COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1872.

PRÉSIDENCE DE M. FAYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur les lois du refroidissement* [suite (*)]; *par* **MM. Jamin** *et* **Richard.**

Deuxième partie. — Pouvoir refroidissant des gaz.

« Dans la séance du 15 juillet dernier, nous avons annoncé à l'Académie qu'un gaz échauffé à $\theta + \partial\theta$ dans une enceinte dont les parois sont à $\theta°$ se refroidit régulièrement, et perd, pendant chaque unité de temps, une quantité de chaleur exprimée par la loi que Dulong et Petit ont trouvée pour les solides, et qui est

$$q = \mathrm{SKH}^{c'}\partial\theta^{d'},$$

S exprimant la surface de l'enceinte et K un coefficient dépendant du gaz.

» Nous allons aujourd'hui chercher la chaleur qu'une masse gazeuse enlève, par son contact, à un solide échauffé placé au milieu d'elle. L'appareil reste le même. C'est un grand ballon de verre, plongé dans un baquet rempli d'eau toujours agitée par un courant d'air, et maintenu à une température θ sensiblement invariable. La pression initiale H est donnée par un manomètre à mercure, et les accroissements de pression h par un

(*) *Voir* la première Partie, p. 105.

manomètre à eau. Le corps échauffé n'est plus un thermomètre, mais un fil de platine traversé par un courant électrique; il ne se refroidit pas progressivement, il reste, au contraire, à une température constante et émet une quantité de chaleur invariable. Le gaz en prend une portion, il s'échauffe, et sa pression augmente jusqu'à une limite h. Quand l'état stationnaire est atteint, la chaleur q' prise par le gaz au fil est égale à celle qu'il cède aux parois, ou à q. Comme on connaît celle-ci, on va pouvoir trouver celle-là, c'est-à-dire la vitesse de refroidissement du fil en fonction de son excès t de température et de la pression H du gaz.

» I. Pour y arriver, il faut d'abord mesurer cet excès de température t du fil. Or on sait que la résistance électrique du platine augmente avec la température. Des expériences nombreuses, et qui seront bientôt publiées, ont été exécutées à ce sujet dans mon laboratoire par M. R. Benoît : elles ont montré que, par une exception précieuse, la résistance de ce métal croît proportionnellement à la température, jusqu'à la volatilisation du soufre et probablement au delà; de sorte que les résistances r et r', à θ et à $t+\theta$, sont

$$r = r_0(1+\mu\theta), \quad r' = r_0[1+\mu(t+\theta)];$$

par suite

$$r' - r = r_0\mu t.$$

L'augmentation de résistance du fil de platine est donc proportionnelle à son excès de température t, qui sera connu en degrés centigrades quand on aura déterminé r_0 et μ. On verra que cette détermination est inutile; qu'il suffit d'exprimer t par les valeurs de $r'-r$ qui lui sont proportionnelles, ce qui revient à changer l'échelle thermométrique.

» Pour mesurer l'accroissement de résistance $r'-r$, le courant électrique est divisé en deux rameaux, passant tous deux, d'abord à travers des fils de cuivre de grande section, peu résistants et égaux, qui s'enroulent un même nombre de fois en sens contraire sur une boussole différentielle. On continue ensuite la première branche par le fil du ballon r', et la seconde par un rhéostat à curseur de mercure, construit suivant le modèle qu'a imaginé Pouillet, et par un deuxième fil identique à celui du ballon, mais plongé dans l'eau à θ et gardant sa résistance r. Quand le courant passe, l'aiguille est déviée : on la ramène au zéro en ajoutant une longueur de rhéostat qui compense et mesure l'accroissement de résistance $r'-r$, et, par suite, l'excès de température t.

» II. Pendant que le courant circule dans le fil et lui donne un excès de température $r'-r$, la pression du gaz s'élève jusqu'à une limite $H+h$.

Si l'on change l'intensité du courant, $r' - r$ et h varient en même temps; ils varient également tous deux si l'on change la pression initiale H. On peut faire abstraction du courant, qui n'est ici qu'un moyen de produire la chaleur, et dire que $r' - r$ est une fonction de H et de h, fonction qu'il s'agit de déterminer.

TABLEAU N° 1.

Refroidissement du fil dans l'hydrogène.

($d = 1,17$; $c = 0,37$; $n = 0,000267$.)

H = 814,5			H = 788,4			H = 656,2			H = 587,7			H = 543,2		
h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.
222	1920	1865	217	1847	1862	196	1921	1921	180	1941	1908	192	2344	2389
161	1352	1060	156	1346	1341	127	1244	1229	122	1271	1271	138	1729	1704
100	817	817	102	881	869	74	683	693	70	685	710	93	1132	1134
33	256	260	32	255	261	29	225	263	27	244	263	49	610	590

H = 481,3			H = 407,3			H = 313,2			H = 182,3			H = 73,9		
h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.	h	$r' - r$ obs.	$r' - r$ calc.
176	2408	2363	164	2509	2538	140	2617	2617	99	2931	2962	59	3588	3805
133	1794	1774	122	1859	1873	104	1952	1934	72	2108	2145	42	2729	2718
91	1171	1197	80	1225	1220	70	1294	1281	49	1528	1447	29	1852	1852
50	631	640	44	673	661	40	718	718	29	825	832	11	1224	//

» A cet effet, on a fait plusieurs séries d'observations sous des pressions initiales H différentes, par exemple 814^{mm}, 788^{mm},..., $73^{mm},9$, et dans chaque cas on a fait varier le nombre des éléments de la pile, de 5 à 20, ce qui a donné autant de couples de valeurs de h et de $r' - r$ qu'il y a eu d'observations. Prenons l'une de ces séries, par exemple celle qui a été exécutée sur l'hydrogène sous la pression $788^{mm},4$, et construisons la série des points qui ont pour abscisses $\log h$ et pour ordonnées $\log(r' - r)$. Le tracé montre immédiatement que tous ces points s'alignent en une droite

très-régulière, qui fait avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est 1,02; elle a pour équation

(2) $$\log(r' - r) = \log A + 1,02 \log h.$$

» Si maintenant on passe de cette série à celles qui répondent à d'autres pressions, depuis 814^{mm},5 jusqu'à 73^{mm},9, on trouve dans chaque cas une droite parallèle à la précédente; toutes font avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est 1,02. Ces résultats sont consignés dans le tableau suivant, qui résume une partie des expériences que nous avons faites sur l'hydrogène. L'accord entre le calcul et l'expérience se soutient rigoureusement.

» Il est prouvé maintenant que le coefficient de $\log h$ est indépendant de la pression; mais comme les diverses droites diffèrent par leur ordonnée à l'origine, il faut que $\log A$ soit une fonction de H, fonction que nous allons maintenant chercher.

» A cet effet, donnons à $\log h$ une valeur constante, mais quelconque, par exemple 2,000; prenons sur les diverses droites les valeurs correspondantes de $\log(r' - r)$ pour les pressions H auxquelles chaque droite correspond : nous en tirons

$$\log A = \log(r' - r) - 1,02 \times 2,000.$$

» Nous construisons ensuite ces valeurs de $\log A$ en prenant H pour abscisse, et nous obtenons autant de points qu'il y avait de valeurs de H. Or ces points s'alignent encore en une droite très-bien dessinée, qui fait avec l'axe des abscisses un angle dont la tangente est $-0,88$. Son équation est

$$\log A = \log k - 0,88 \log H.$$

» Les nombres suivants montrent la concordance des observations et du calcul :

H	$r' - r$ Observé.	$r' - r$ Calculé.
814,5	819	819
788,4	847	847
656,2	954	971
587,7	1024	1084
543,2	1203	1163
481,3	1320	1311
407,3	1526	1498
313,2	1843	1868
182,3	2988	2954
73,9	6494	6637

» En supposant maintenant que H et h soient tous deux variables, on a, en remplaçant A par sa valeur dans l'équation (2),

$$\log(r' - r) = \log k - 0{,}88 \log H + 1{,}02 \log h, \tag{3}$$

ou

$$r' - r = k \frac{h^{1,02}}{H^{0,88}};$$

k est une constante qui se détermine par l'ensemble des mesures.

» En exécutant les mêmes observations pour l'air et l'acide carbonique, on est arrivé à la même formule

$$r' - r = k \frac{h^\alpha}{H^\beta}.$$

Les valeurs de α et β sont les suivantes :

	Acide carbonique.	Air.	Hydrogène.
α	0,79	0,88	1,02
β	−0,61	−0,80	−0,88

» III. Nous arrivons maintenant, par une déduction toute naturelle, à la loi du refroidissement. En effet, puisque le gaz, parvenu à sa température stationnaire $\theta + d\theta$, prend au fil une quantité de chaleur q' égale à celle qu'il rend à la paroi extérieure, il suffit d'égaler q et q'. Or la quantité q est connue : elle est, d'après notre précédent travail, égale à $\beta k' \frac{h^{d'}}{H^{d'-c'}}$, ou, en prenant les logarithmes,

$$\log q = \log \beta k' + d' \log h - (d' - c') \log H; \tag{4}$$

d'autre part, nous venons de trouver par l'expérience

$$\log(r' - r) = \log k + \alpha \log h - \beta \log H. \tag{3}$$

En éliminant h entre ces deux équations, on aura q en fonction de $r' - r$ et de H, c'est-à-dire la loi du refroidissement. Cette élimination conduit à une équation de la forme

$$\log q = \log n + d \log(r' - r) + c \log H, \tag{5}$$

et, en repassant aux nombres,

$$q = n(r' - r)^d H^c, \tag{6}$$

ce qui est exactement la loi de Dulong et Petit, retrouvée par un procédé entièrement différent.

» Voici les valeurs des constantes :

	Acide carbonique.	Air.	Hydrogène.
h	0,922	2,57	26,70
c	0,37	0,44	0,42
d	1,17	1,28	1,30

» Les exposants diffèrent peu de ceux qu'avaient trouvés Dulong et Petit. Nous n'insisterons pas aujourd'hui sur ce point, attendu que nous croyons ces exposants variables : nous nous proposons d'y revenir dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Mémoire sur l'action comparée de l'ozone sur le sulfate d'indigo et l'acide arsénieux ; par* **MM. Arn. Thenard** *et* **P. Thenard.**

« De quelle nature est l'ozone? Tel est le problème sur la solution duquel l'un de nous, à l'aide de ses nouveaux appareils, espère jeter quelque jour, et qui, en raison des emprunts que la Physique, en une telle question, fait à la Chimie, lui a fait aujourd'hui demander le concours de l'autre.

» Voici les résultats de notre première étude :

» A l'instar de l'hypermanganate de potasse et de bien d'autres corps, l'ozone décolore l'indigo et oxyde l'acide arsénieux; mais tandis que pour l'acide arsénieux la même quantité d'oxygène, de quelque source qu'elle provienne, est nécessaire, la proportion à l'égard de l'indigo restant encore la même pour l'hypermanganate de potasse et les autres oxydants, se réduit à un tiers pour l'ozone.

» En sorte que l'ozone décolore trois fois plus d'indigo que la loi des équivalents ne le donnait à prévoir.

» Comme nous l'avons déjà fait pressentir, cette réaction s'exécute en deux temps bien marqués : tandis, en effet, qu'elle est presque instantanée au premier, et que les deux tiers de l'indigo disparaissent ainsi, elle est très-lente au second et met plusieurs heures à s'achever.

» Tel est le fait qui domine dans ce travail ; nous allons maintenant le préciser en donnant les détails de nos expériences : peut-être les trouvera-t-on un peu longs et trop circonstanciés; mais la délicatesse du sujet et l'incrédulité de beaucoup de savants à l'égard de l'ozone commandaient de ne pas les ménager.

» § I. *Des liqueurs indigotiques employées.* — N° 1. 40 grammes de bon indigo ont été mis à digérer à froid pendant six jours dans 240 grammes d'acide de Nordhausen, puis traités par l'eau, filtrés et étendus à trois litres :

richesse $\frac{1}{75}$. Indépendamment des impuretés naturelles à l'indigo, cette liqueur contenait des traces d'acide sulfureux sensibles à l'odorat avant l'addition de l'eau.

» N° 2. C'est la liqueur n° 1 étendue de 2 fois son volume d'eau : richesse $\frac{1}{225}$.

N° 3. C'est la liqueur n° 2 portée par addition d'eau à 25 fois son volume : richesse $\frac{1}{5625}$.

» § II. *Du titrage de l'indigo.* — C'est la liqueur n° 3 qui a servi au titrage; il a été exécuté sur 50 centimètres cubes auxquels on a ajouté 25 centimètres cubes d'acide sulfurique, au vingtième.

La liqueur manganique qui a servi à l'opérer était celle qui nous sert au titrage de l'ozone par l'acide arsénieux, seulement elle avait été étendue à 5 volumes, c'est-à-dire qu'elle titrait $0^{mm},1906$ d'oxygène disponible par centimètre cube.

» La moyenne d'un grand nombre d'opérations a exigé $3^{cc},1$, le minimum dépassant 3 centimètres cubes et le maximum se tenant au-dessous de $3^{cc},2$.

» Pour montrer la sensibilité de ce réactif, nous devons ajouter que moins de $\frac{1}{2}$ centimètre cube de la liqueur indigotique ramenait nettement au vert la teinte jaune clair obtenue par l'hypermanganate, et qu'une goutte de celui-ci suffisait pour revenir au point premier.

» De ces essais il faut conclure que : la liqueur n° 3 exigeait pour 100 centimètres cubes $6^{cc},2$ d'hypermanganate ; la liqueur n° 2, 155 centimètres cubes; la liqueur n° 1, 465 centimètres cubes, c'est-à-dire $= 11,82 = 29,54$ et 88,63 milligrammes d'oxygène, tandis que la liqueur arsénieuse en exigeait 95,30.

» Quand on a substitué à l'hypermanganate de l'hypochlorite de chaux, les choses sont restées les mêmes à moins de 2 pour 100 près.

» § III. Après ces constatations préliminaires, on est passé à l'action qu'exerce la même quantité d'ozone sur l'indigo, d'une part, et l'acide arsénieux, de l'autre.

» Deux séries d'expériences ont été poursuivies dans ce but :

» 1° Avec de l'oxygène ozoné riche à 15 milligrammes environ par litre;

» 2° Avec de l'oxygène ozoné riche à 38 milligrammes environ.

» Et, par des tâtonnements méthodiques, on a déterminé quelle part il fallait accorder à l'action immédiate et quelle part à l'action continuatrice.

» *Première série.* Mode d'expérimentation : titre de l'oxygène ozoné, de $14^{mm},72$ à $15^{mm},60$.

» Jauge des flacons, 354 à 360 centimètres cubes; durée de l'emplissage, 7 minutes, à 10 secondes près en plus ou en moins. Liqueur indigotique (n° 2) exigeant, par centimètre cube, $1^{cc},55$ de liqueur manganique au cinquième, répondant à $0^{mm},295$ d'oxygène disponible.

» L'appareil de production étant en marche depuis une heure environ, et l'analyse accusant une stabilité suffisante dans le titre, on a recueilli dans une première séance de six heures et sans interruption, 43 flacons d'oxygène ozoné; le lendemain, dans une seconde séance, après s'être assuré que l'appareil donnait les mêmes résultats, on a recueilli 11 flacons encore; total, 54 flacons.

» *Mode de traitement des flacons.* — Aussitôt rempli, chaque flacon de numéro impair a été analysé par l'acide arsénieux, et chaque flacon de numéro pair, après avoir reçu la dose d'indigo qui lui était destinée, a été fortement agité 500 coups de suite.

» Dans les deux cas, les liquides ont été introduits en tombant d'un seul jet, afin que l'ozone ainsi chassé ne puisse réagir sur eux ni être de ce fait une cause d'erreur dans les calculs.

» La première dose d'indigo (n° 2) a été de 25 centimètres cubes, la dernière, de 50 centimètres cubes, chaque dose allant en croissant de 1 centimètre cube. Quant à la dose d'acide arsénieux, elle est invariablement restée à 10 centimètres cubes.

» *Constatations.* — C'est à la cote 32 d'indigo que la décoloration immédiate, après agitation, s'est arrêtée, et à la cote 46 indigo que, après douze heures d'attente *à la lumière diffuse,* elle ne s'est plus complétée; ce qui fixe à 31 centimètres cubes d'indigo le terme de la première action, et à 45 celui de la seconde.

» *Corrections.* — La cote 31 indigo s'est trouvée encadrée entre deux flacons jaugeant : l'un 355 centimètres cubes, l'autre 357; total, 712 centimètres cubes, dont il faut défalquer 20 centimètres cubes pour l'acide arsénieux, à raison de 10 centimètres cubes pour chacun d'eux; reste 692. Or chacun de ces flacons accusait $5^{mm},2$ d'oxygène ozoné. Total, $10^{mm},4$.

» Le flacon cote 31 indigo jaugeait 358 centimètres cubes, dont il faut défalquer les 31 centimètres cubes d'indigo; reste 327. Donc, combien d'ozone pour 327? La proportion 692 : 10,4 :: 327 : X répond 5 milligrammes. Par conséquent, il a fallu 5 milligrammes d'ozone pour décolorer immédiatement 31 centimètres cubes de la liqueur indigotique n° 2, ou 1 mil-

ligramme d'ozone pour $6^{cc},20$ d'indigo. Le flacon 45 indigo jaugeait 360 centimètres cubes; les deux flacons analysés, entre lesquels il était encadré, jaugeaient, l'un 348 centimètres cubes, l'autre 345, défalcation faite de la liqueur arsénieuse, et leur richesse respective en ozone était ensemble de $10^{mm},26$ d'ozone, ce qui, en appliquant le même calcul, porte à $4^{mm},67$ la quantité d'ozone ayant réagi sur les 45 centimètres cubes d'indigo, et à $9^{cc},63$ l'action de 1 milligramme d'ozone. En sorte que l'action totale étant de 963, l'action immédiate a été de 6,20, et l'action continuatrice de $963 - 620 = 343$.

» *Deuxième série : mode d'expérimentation.* — Titre de l'oxygène ozoné, de 38 à 39 millièmes. Les flacons étaient ceux qui avaient servi précédemment, mais la durée de l'emplissage a été portée de sept à dix-huit minutes, la dose d'acide arsénieux de 10 à 20 centimètres cubes, l'appareil électrique poussé au maximum, et le gaz recueilli dans de l'eau à la glace.

» Cependant, au lieu de reprendre la longue série dont il vient d'être question, on s'est contenté d'osciller autour des points limites.

» Voici le procès-verbal de l'expérience que nous croyons la meilleure, les autres ne s'en éloignant au plus que d'un soixante-huitième.

» Les deux flacons entre lesquels le flacon à l'indigo s'est trouvé encadré jaugeaient ensemble, déduction faite de la liqueur arsénieuse, 662, titrant ensemble 25,44 d'ozone; le flacon à l'indigo jaugeait 350 centimètres cubes, et il y fut introduit d'un seul jet 68 centimètres cubes, ce qui réduisit le volume d'oxygène à 282, contenant $10^{mm},83$ d'ozone.

» La décoloration fut si rapide, que l'on crut la dose insuffisante; aussi ajouta-t-on 1 centimètre cube de liqueur indigotique, et l'on compléta le nombre de 500 coups réglés pour l'agitation. Mais ce fut inutile; il fallut près de dix minutes pour faire disparaître ce dernier centimètre cube; l'action continuatrice avait déjà commencé.

» L'expérience fut reprise sur deux flacons encore, et, à 1 centimètre cube près, le résultat se maintint.

» D'après ces données, l'ozone avait donc immédiatement oxydé par milligramme $6^{cc},28$ de liqueur indigotique n° 2, au lieu de 6,20, chiffre de la première expérience.

» *Recherche de la limite supérieure.* — Comme précédemment, on calcula la dose probable d'indigo, et, prenant de petites séries de sept flacons seulement, on procéda comme pour la première série; c'est-à-dire que les flacons impairs furent analysés de suite, et les flacons pairs reçurent une dose d'indigo variant de 1 centimètre cube d'un flacon à l'autre.

» On changea cependant en un point : les flacons, au lieu d'être abandonnés dans le laboratoire, furent conservés dans la glace et à l'obscurité.

» Le coefficient 9,63, précédemment trouvé, dut alors être abaissé à 9,48, et ce qui confirme ce nombre, c'est que l'indigo resté en excès dans les flacons qui ne s'étaient pas complétement décolorés, ayant été dosé, on revint à ce même coefficient.

Ainsi 1 milligramme d'oxygène emprunté à l'hypermanganate décoloré.	3^{cc},27 indigo.
1 milligramme d'ozone emprunté à de l'oxygène ozoné titrant 15 milligrammes par litre décolorés immédiatement.	6,20
Et avec le temps	9,63
1 milligramme d'ozone emprunté à de l'oxygène ozoné titrant 38, en décolore immédiatement.	6,28
Et avec le temps, dans la glace et à l'obscurité	9,48
Ce qui donne le rapport entre les trois actions : pour l'hypermanganate.	1
Pour la décoloration immédiate par l'ozone, de.	1,90 à 1,92
Pour la décoloration, avec action continuatrice, de	2,92 à 2,90

» Par conséquent, en arrondissant les chiffres, les rapports seraient :

Pour l'hypermanganate	1
Pour l'ozone (première limite).	2
Pour l'ozone augmenté de l'action continuatrice (deuxième limite)	3
Donc, pour l'action continuatrice.	1

» § IV. *Recherche et discussion des causes de l'action continuatrice.* — A sa rapidité on peut attribuer la première action de l'ozone sur l'indigo à l'ozone lui-même.

» A sa lenteur il faut au contraire attribuer l'action continuatrice à un corps secondaire qui se forme pendant la première action et qui ne réagit ensuite qu'à la longue.

» Mais quel est ce corps ? les analogies répondent immédiatement, ce doit être de l'eau oxygénée ; et en effet, quand on traite par l'éther et l'acide chromique mesuré avec ménagement l'indigo qui vient d'être passé à l'ozone, l'éther prend la couleur bleue caractéristique engendrée par l'eau oxygénée, et cette couleur est d'autant moins intense qu'on se rapproche de la limite extrême, pour ne plus se produire une fois qu'on y est arrivé. Mais de ce fait faut-il conclure absolument à la formation de l'eau oxygénée ?

» Des doutes étaient permis. L'ozone, en effet, oxyde les manganates et les transforme en hypermanganate ; sous l'influence de la potasse, il oxyde même le sesquioxyde de fer et le transforme en ferrate ; il conserve avec

une grande sûreté l'acide hypermanganique libre, pourquoi ne transformerait-il pas l'acide chromique en acide perchromique, dont l'instabilité au sein de l'eau et la teinte peu prononcée en raison des faibles quantités produites ne deviendrait sensible qu'au sein d'une petite quantité d'éther? Alors, comment, avec ce caractère qui est jusqu'à présent le seul sérieux, décider entre l'eau oxygénée et l'ozone? Aussi croyons-nous n'être restés que prudents quand, en signalant l'action continuatrice, nous nous sommes abstenus de l'attribuer *de plano* à l'eau oxygénée.

» Mais à ces raisons il s'en joint une autre qui, après avoir augmenté davantage notre timidité, nous a permis, par une étude plus approfondie, de conclure et sur la cause et sur la mesure du phénomène.

» Quand au sein de la glace on traite par une même quantité d'eau oxygénée des quantités graduées de sulfate d'indigo, ramenées d'ailleurs au même volume par addition d'eau, on trouve que, tandis que l'eau oxygénée, dont un échantillon placé à côté des flacons d'indigo, se conserve presque intacte (pourvu qu'elle soit convenablement acidifiée), l'indigo au contraire n'utilise au bout de quarante heures et bien davantage que 71 pour 100 de l'eau oxygénée qu'il a reçue.

» Dès lors, après cette expérience, comment croire que l'eau oxygénée puisse être la cause de l'action continuatrice, puisque, au lieu de 29 pour 100, la perte totale par l'ozone n'atteint pas 3 pour 100? Fallait-il donc admettre que l'eau oxygénée n'est pour rien dans la réaction? ou que, se formant au sein de la liqueur sur laquelle elle doit réagir, elle y prend une plus grande stabilité? ou enfin que dans cette liqueur même la perte s'élève à 50 pour 100?

» Des trois hypothèses, la dernière était la plus séduisante? Si elle se fût réalisée, elle nous eût conduits en effet à la découverte d'une troisième action égale, sinon en effets, du moins en puissance, à l'action continuatrice; en sorte que ces deux actions devenant en quelque sorte les symétriques de l'action immédiate, les forces se fussent trouvées très-élégamment équilibrées.

» Pour résoudre ce nouveau problème, voici comment nous avons opéré: Nous avons d'abord remarqué qu'en prenant l'hypermanganate pour liqueur titrante, il suffit d'ajouter quelques gouttes d'eau oxygénée au sulfate d'indigo pour en monter singulièrement le titre apparent. En cette circonstance, l'eau oxygénée se comporte en effet, à l'égard de l'indigo, comme l'acide arsénieux dans le dosage des hypochlorites.

» Partant de là, nous nous sommes demandé si, au cas où l'action con-

tinuatrice serait due à de l'eau oxygénée, nous ne pourrions pas la doser et tirer du chiffre trouvé toutes nos conclusions.

» Nous avons donc pris des flacons d'ozone à des richesses connues, et sur chacun nous avons opéré comme il suit : Après y avoir ajouté assez d'indigo, non pas seulement pour satisfaire l'action immédiate, mais la dépasser un peu, nous avons surveillé le moment où, par l'action continuatrice, la décoloration devenait complète, et aussitôt nous avons procédé au dosage.

» Pour l'exécuter, nous prenons trois flacons semblables que nous alignons sur une même feuille de papier blanc; puis dans les deux flacons extrêmes, nous introduisons 4 centimètres cubes de l'indigo précédemment décoloré et 2 centimètres cubes seulement dans celui du milieu : alors nous ajoutons 250 centimètres cubes d'eau glacée dans chaque flacon; cela fait, nous laissons simultanément tomber goutte à goutte dans le flacon du milieu 2 centimètres cubes d'indigo n° 2 et de l'hypermanganate à la demande de la réaction, laissant d'ailleurs, pendant tout le temps que dure l'opération, dominer la teinte verte due à l'indigo ajouté, pour ne l'éteindre que tout à fait à la fin.

» Quand ce terme est venu et que le flacon en expérience est exactement arrivé à la teinte des deux flacons entre lesquels il est placé, nous déduisons de l'hypermanganate employé $3^{cc},1$, qui ont été absorbés par les 2 centimètres cubes d'indigo vierge, et nous calculons la quantité d'oxygène disponible que représente la différence.

» Les différences ainsi obtenues ont été de 10 à 6 pour 100 près, mais en moins, celles que, par le calcul, eût données une même quantité d'eau oxygénée.

» Devant de tels résultats il nous a donc fallu rejeter l'idée d'une troisième action complémentaire de l'action continuatrice, et arriver à cette conclusion : que c'est bien à de l'eau oxygénée engendrée par l'ozone pendant l'action immédiate qu'est due l'action continuatrice.

» Mais ce qui a achevé de nous convaincre, c'est que, quand, traitant de l'ozone par une dissolution aqueuse et acide d'éther, nous avons vu l'hypermanganate se décolorer instantanément, ce qu'il ne fait pas du tout avec l'ozone et ce qu'il ne fait qu'en douze à quinze secondes par goutte avec l'éther seul.

» *Conclusions.* — Dès lors, nous concluons que c'est bien à l'eau oxygénée qu'est due l'action continuatrice, que cette action comparée à l'action directe est bien dans le rapport de 1 à 2, et que l'eau oxygénée, qui se perd

en partie quand elle est directement ajoutée à l'indigo, agit au contraire dans son entier quand elle s'y forme sous l'influence de l'ozone.

» Maintenant à quoi tient cette diversité d'équivalence de l'ozone quand on le fait réagir soit sur l'acide arsénieux, soit sur le sulfate d'indigo ?

» Faut-il croire avec les Allemands que l'ozone soit un triple atome d'oxygène? Pourquoi alors l'atome ne triplerait-il pas par tous ses effets?

» Faut-il croire qu'il ne soit que de l'oxygène ordinaire dans lequel se serait condensée une force vive qui mesurerait ses effets à l'affinité primordiale de l'oxygène pour les corps qui subissent l'action de l'ozone? On nous opposerait encore les actions de préférence.

» Avant de se prononcer d'une façon quelconque, le mieux nous semble de constater les faits et de les mesurer avec exactitude et patience; certainement on rencontrera des substances avec lesquelles l'action directe donnera des espèces chimiques d'une nature, et pendant que l'action continuatrice en engendrera d'autres ; peut-être même que l'équivalent de l'ozone variera encore; dans cette voie, sans prévoir trop à l'avance, il faut jusqu'à nouvel ordre se défier de tout; cependant nous croyons avoir fixé un point.

» En terminant ce Mémoire, qu'il nous soit permis de rendre hommage au dévouement de nos collaborateurs et élèves, et de signaler particulièrement MM. David et Delanney, dont l'intelligence vraiment scientifique nous a été d'un grand secours au milieu de ces expériences délicates et parfois malsaines. »

LITHOLOGIE. — *Examen des météorites tombées le 23 juillet 1872, à Lancé et à Authon (Loir-et-Cher)*; *par* **M. Daubrée.**

« La météorite tombée à Lancé, près Saint-Amand (Loir-et-Cher) (1), d'un poids de 47 kilogrammes, se termine par des surfaces arrondies, coupées par deux plans peu inclinés entre eux, plans qui paraissent correspondre à une cassure et à l'enlèvement d'une partie d'un sphéroïde irrégulier.

» Comme toujours, la masse est entourée d'une croûte, résultat probable de l'incandescence et de la fusion superficielle qu'elle a éprouvées en pénétrant dans notre atmosphère. Cette croûte, d'un aspect mat, n'a pas la même disposition sur toute l'étendue de la météorite; tandis que sur les parties

---

(1) *Comptes rendus*, t. XXV, p. 273.

planes elle est rugueuse et cloisonnée, elle est comparativement unie sur la surface arrondie. Cette différence est probablement en rapport avec la position qu'occupait le projectile au moment où la fritte s'est produite; l'air aura uni les surfaces arrondies qui le choquaient et qu'il frottait avec une grande intensité, comme l'aurait fait un balai, sans agir de la même manière sur la partie située à l'arrière.

» Ainsi qu'on l'a déjà dit (1), le même bolide du 23 juillet a apporté une seconde météorite à Authon, à 12 kilomètres de Lancé, et beaucoup plus petite.

» Les caractères minéralogiques de ces deux météorites sont tout à fait les mêmes, ce qui annonce qu'elles proviennent d'une même masse. L'examen qui a été fait de la première, et dont je vais donner les résultats, est donc également applicable à la seconde (2).

» La cassure se distingue de celle du plus grand nombre des météorites par une teinte d'un gris très-foncé, presque noir, rappelant celle de certains basaltes. Elle montre une structure globulaire et des grains sphéroïdaux dont le diamètre ne dépasse pas 1 millimètre.

» Sur ce fond sombre, terne et rude au toucher, on voit briller d'assez nombreux grains hyalins, la plupart incolores, quelques-uns d'un vert jaunâtre. Çà et là on remarque aussi des parties d'un éclat métallique, d'un jaune de bronze, comme le protosulfure de fer. Mais ce n'est qu'après que la substance a été polie qu'on y voit apparaître d'autres grains métalliques, d'un gris de fer, et dont le diamètre atteint rarement $\frac{1}{2}$ millimètre. Quand on cherche à triturer la substance, les mêmes grains résistent en se réduisant en lamelles, à raison de leur malléabilité.

» Dans une plaque mince et transparente de la roche météoritique, que l'on soumet à l'examen du microscope, on voit que les nombreux grains hyalins, dont il vient d'être question, sont très-fendillés et qu'ils agissent fortement sur la lumière polarisée. Leurs contours sont tantôt anguleux et irréguliers, tantôt arrondis. Ces grains sont engagés dans une pâte opaque; et l'ensemble ressemble plutôt à une roche bréchiforme à grains fins qu'à une roche cristalline vierge.

» La densité de la substance a été trouvée de 3,80.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 308.

(2) La météorite de la commune de Lancé est tombée au lieu dit *la Haye de Blois*, à 2800 mètres sud-est du clocher de Saint-Amand, à la même distance du clocher de Lancé et à 2350 mètres du clocher de Gourgon. Le point où est tombée celle d'Authon est situé

» Traitée par l'eau, la substance abandonne du chlorure de sodium; ce sel s'y trouve dans la proportion de 0,012.

» Le chlorure de sodium se trouve très-fréquemment dans l'écorce terrestre et, par suite, dans les eaux d'infiltration; on pourrait, au premier abord, soupçonner celui que l'on rencontre dans la météorite de Lancé d'avoir été absorbé par elle dans la cavité où elle a séjourné pendant trois jours. Mais ce qui s'oppose à cette manière de voir, c'est que le sol argileux où la météorite a pénétré était alors sec. D'ailleurs la croûte frittée était de nature à préserver d'une infiltration la partie centrale, dont provient l'échantillon examiné. Enfin, ce qui paraît lever toute espèce de doute à cet égard, c'est l'absence d'autres sels, et notamment de sels de chaux. De même que le chlorure de calcium de la météorite d'Ovifak est d'origine extra-terrestre, de même le chlorure de sodium paraît avoir fait partie intégrante de la météorite de Lancé, au moment où elle a échoué sur notre sol (1).

» En portant au rouge la matière dans un courant d'hydrogène et en recueillant le sublimé qui se produit, on a de nouveau constaté la présence du chlorure de sodium dans la proportion qui avait été reconnue sur la solution aqueuse.

» L'absence de sels de potasse et de sulfates et d'hyposulfites a été reconnue.

» L'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique étendu font naître un abondant dégagement d'hydrogène sulfuré, mais sans aucun dépôt de soufre, ce qui indique que le soufre se trouve à l'état de protosulfure.

» On a dosé le soufre de cet hydrogène sulfuré au moyen du nitrate d'argent, en même temps que l'hydrogène libre, provenant de l'action de l'acide sulfurique étendu, et on est arrivé, par cette dernière opération, à évaluer très-approximativement la quantité des métaux natifs.

» En traitant par l'acide nitrique, et suivant la méthode de la voie moyenne de M. H. Sainte-Claire Deville, on a constaté la présence d'un silicate attaquable, à base de magnésie et de protoxyde de fer, et offrant à très-peu près la formule du précédent. La partie inattaquable se compose au moins de deux substances, l'une incolore, l'autre d'un noir foncé.

---

près de la route de Château-Renault, à Montoire, à peu près à 2000 mètres du clocher du village. La ligne qui réunit les deux points de chute se dirige à peu près d'ouest 10° sud à est 10° nord.

(1) Ce n'est d'ailleurs pas la première fois que du chlorure de sodium est signalé dans des météorites.

» Le silicate péridotique forme 42,36 pour 100 du poids total, dans lequel la partie inattaquable entre pour 33,44.

» Tout le fer de la partie soluble dans l'acide chlorhydrique a été dosé par la méthode de M. Margueritte, perfectionnée par M. Boussingault; sa proportion est de 21,48 pour 100.

» La présence du cuivre avait été préalablement reconnue par l'analyse spectrale, en même temps que l'absence de la chaux, de la baryte et de la strontiane.

» Quant au carbone, on n'a pu l'y reconnaître.

» Comme d'ordinaire, le nickel et le cobalt accompagnent le fer dans cette météorite.

» Les résultats sont les suivants :

Fer libre allié de nickel et de cobalt			7,81
Fer et autres métaux alliés au soufre	9,09	protosulfure	14,28
Soufre combiné	5,19		
Silicates attaquables ou péridot. — Silice	17,20		42,41
Magnésie	13,86		
Protoxyde de fer	11,33		
Protoxyde de manganèse	0,05		
Partie inattaquable			33,44
Chlorure de sodium			0,12
Eau hygrométrique			1,24
			99,31

» Comme vérification, j'ajouterai que des courants successifs d'hydrogène et de chlore font perdre à la substance 34,98 pour 100 de son poids. En rapprochant ce chiffre de ceux que donne l'analyse directe, on est porté à conclure qu'il ne reste alors, dans la nacelle d'attaque, que le silicate inattaquable, avec la silice et la magnésie du silicate soluble.

» En résumé, à part les espèces très-habituelles aux météorites, le fer nickelé, le protosulfure de fer ou troïlite, le péridot et un silicate inattaquable, la météorite de Lancé contient du chlorure de sodium en petite quantité.

» Par son aspect, cette météorite rappelle la météorite tombée le 11 juillet 1868 à Ornans (Doubs); mais elle en diffère beaucoup, particulièrement par l'absence d'oxyde de fer libre. Divers caractères la distinguent également des météorites noires de Rutlam (Indes orientales) et de Tadjera près Sétif (Algérie). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Détermination du périmètre de la région de convergence de la série de Taylor et des portions des différentes conjuguées comprises dans cette région, ou construction du tableau général des valeurs d'une fonction que peut fournir le développement de cette fonction suivant la série de Taylor.* Mémoire de M. MAX. MARIE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Bonnet, Puiseux.)

« La fonction

$$y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 \frac{x - x_0}{1} + \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_0 \frac{(x - x_0)^2}{1.2} + \ldots,$$

essentiellement unique, déterminée et finie, tant que la série qui la constitue reste convergente, n'est, si l'on peut s'exprimer ainsi, qu'une portion de la fonction y, généralement multiple, définie par l'équation

$$f(x, y) = 0,$$

qui a servi à calculer la valeur initiale y_0, correspondant à x_0, et les coefficients différentiels des divers ordres

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_0, \quad \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_0, \ldots;$$

le lieu représenté par l'équation

$$y = y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 \frac{x - x_0}{1} + \left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)_0 \frac{(x - x_0)^2}{1.2} + \ldots$$

n'est de même qu'un segment du lieu total, représenté par l'équation

$$f(x, y) = 0.$$

» La détermination précise de ce segment constitue l'une des questions les plus intéressantes que comporte l'étude de la série de Taylor.

» Cette question ne présente pas de grandes difficultés, et j'aurais pu l'aborder depuis longtemps, au moins relativement aux exemples pour lesquels j'avais assigné en 1860 et 1861, dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, la condition exacte de convergence, pour chaque système de valeurs de x_0 et de y_0. Mais ces recherches ne pouvant alors être utilisées que relativement à quelques exemples isolés eussent naturellement présenté peu d'intérêt. Aujourd'hui, au contraire, que j'ai donné la règle gé-

nérale pour déterminer, dans tous les cas possibles, c'est-à-dire pour une fonction implicite quelconque, algébrique ou transcendante, celui de ses points critiques où doit s'arrêter la convergence, en raison du système des valeurs initiales de x et de y, la question s'impose d'elle-même et doit être traitée avec le soin qu'elle mérite.

» Quoiqu'elle soit facile à résoudre aujourd'hui, je ferai toutefois remarquer que cette question n'était abordable qu'autant, d'abord, qu'on disposât d'un moyen convenable de classification des solutions imaginaires d'une équation à deux variables, ensuite qu'on eût une méthode directe pour déterminer la valeur finale que prendrait la fonction y, assujettie à la continuité, lorsque la variable x serait parvenue de sa valeur initiale à la valeur finale qu'on voulait lui faire prendre, en suivant une loi de progression donnée; car, quant à se servir de la série elle-même pour calculer les valeurs de y, comme on l'avait proposé, ce ne serait pas réalisable. En effet, quand on aurait calculé trois ou quatre mille termes de la série, on ne serait guères plus avancé qu'en commençant, n'ayant aucun moyen de déterminer une limite de l'erreur commise.

» Mais j'ai donné, en 1859, dans le *Journal de Mathématiques*, une méthode simple pour déterminer la valeur finale d'une fonction, connaissant le chemin suivi par sa variable, et cette méthode permettra d'assigner, parmi les valeurs de y, fournies par l'équation donnée, celle que représenterait la série supposée convergente. La question sera seulement alors plus simple que dans le cas général, puisque la valeur finale de y devant rester la même, quelles que soient les valeurs qu'ait prises x dans l'intervalle, il n'y aura pas à s'occuper de ces valeurs intermédiaires.

» J'appelle *région de convergence* l'ensemble des points du plan fournis par l'équation

$$y = y_0 + \left(\frac{dy}{dx}\right)_0 \frac{x - x_0}{2} + \dots$$

Il s'agit de déterminer le périmètre de la portion du plan recouverte par ces points, et la portion de chaque conjuguée qui s'y trouve comprise.

» Cette courbe passe par le point critique du lieu considéré où s'arrête la convergence de la série, et tous ses autres points ont pour abscisses les quantités qui, retranchées de la valeur initiale x_0 de x, fournissent des différences de même module que la différence entre x_0 et l'abscisse du point d'arrêt. Ainsi, si

$$x_1 = a + b\sqrt{-1}, \quad y_1 = a' + b'\sqrt{-1}$$

est celui des points critiques où s'arrête la convergence, et que

$$x_0 = \alpha_0 + \beta_0\sqrt{-1}, \quad y_0 = \alpha'_0 + \beta'_0\sqrt{-1}$$

soient les valeurs initiales de x et de y, le périmètre de la région de convergence sera caractérisé par l'équation

$$(\alpha - \alpha_0)^2 + (\beta - \beta_0)^2 = (a - \alpha_0)^2 + (b - \beta_0)^2,$$

α et β désignant les parties réelle et imaginaire variables de x. La question est donc de suivre de proche en proche la marche de y ou de $\alpha' + \beta'\sqrt{-1}$ lorsque x varie à partir de x_1, en suivant le chemin

$$\alpha^2 - a^2 + \beta^2 - b^2 - 2(\alpha - a)\alpha_0 - 2(\beta - b)\beta_0 = 0.$$

» Les points du périmètre qui auront même carastéristique appartiendront à une même conjuguée, et si l'on a tracé d'avance ces conjuguées, en relevant pour chacune d'elles la portion comprise dans l'intérieur de la région de convergence, on aura le tableau de toutes les valeurs de y que pourra fournir la série.

» Si l'équation proposée est de degré m, elle fournira entre α, β, α' et β' deux équations de degré m; en y joignant les trois équations

$$\alpha^2 - a^2 + \beta^2 - b^2 - 2(\alpha - a)\alpha_0 - 2(\beta - b)\beta_0 = 0,$$
$$x = \alpha + \beta,$$
$$y = \alpha' + \beta',$$

et éliminant α, β, α' et β', on aurait l'équation du périmètre de la région de convergence, qui serait du degré $2m^2$. Mais la courbe ainsi obtenue comprendrait une foule de branches parasites, puisqu'elle contiendrait les m points correspondants à chacune des valeurs attribuées à x, tandis que la courbe cherchée n'en doit comprendre qu'une. On ne recourra donc pas habituellement à cette méthode, qui ne donnerait qu'un résultat brut dont on ne saurait que faire. Le principal moyen qu'on emploiera pour traiter la question se tirera de cette remarque que la courbe cherchée ne saurait entamer ni l'une ni l'autre des deux branches de la courbe caractérisée par l'équation générale

$$x = \alpha + \beta_0\sqrt{-1},$$

qui comprendraient immédiatement celle où se trouve le point origine. Cette remarque fournira le moyen d'éliminer les solutions étrangères que le calcul aura fournies lorsqu'on y aura eu recours.

» Lorsque les coefficients de l'équation du lieu varient d'une manière continue, la région de convergence se déforme aussi en général d'une manière continue. Mais il y a à cette règle générale une exception d'un genre particulier très-remarquable : Si les coefficients de l'équation varient de façon que le lieu acquière un point multiple où les valeurs de $\frac{dy}{dx}$ soient différentes, les points critiques qui viennent se confondre en ce point multiple disparaissent alors comme points critiques, de sorte que si, en raison de la position du point origine, la région de convergence était auparavant limitée à l'un d'eux, elle change alors brusquement. »

CHIMIE. — *Sur l'action que la silice et quelques oxydes analogues exercent à haute température sur le carbonate de soude.* Note de M. MALLARD, présentée par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Si l'on mélange ensemble de la silice et du carbonate de soude dans un creuset de platine, et si l'on chauffe, sur un bec de gaz, à des températures variées, on constate qu'à chaque température la perte en acide carbonique tend vers une limite fixe qui ne peut être dépassée et qui croît d'ailleurs d'une manière continue avec la température. En observant la perte à des intervalles de temps égaux, on constate que la réaction marche régulièrement, de manière que, y représentant la perte en acide carbonique et x le temps,

$$y = \frac{ax}{b+x}.$$

Le phénomène obéit donc à la même loi que l'éthérification des alcools si bien étudiée par M. Berthelot.

» La limitation de la quantité d'acide carbonique chassé ne paraît pas attribuable, comme dans l'éthérification, à l'influence antagoniste de l'acide carbonique éliminé, puisque ce gaz disparaît de la réaction. Cependant, lorsque, pendant la réaction on fait passer dans le creuset un courant d'air bien desséché, de manière à éliminer l'acide carbonique provenant des produits de la combustion de gaz, on constate que la perte limite augmente considérablement. Toutefois, la réaction n'est jamais complète.

» L'auteur propose d'expliquer ces faits par l'action mutuelle de bisilicate sur le protosilicate, en comparant la réaction au phénomène de décomposition constatée par M. Berthelot sur les sels acides des acides bibasiques lorsqu'ils sont en dissolution. Il admet qu'il se produit, au

commencement de la réaction, un silicate acide qui se décompose en donnant du silicate neutre et de la silice qui participe de nouveau à la réaction. Celle-ci s'arrête, lorsqu'il y a équilibre entre les actions mutuelles de la silice, du silicate acide et du silicate neutre.

» On explique ainsi la marche de la réaction suivant une hyperbole, la variation de la perte limite avec la température, enfin l'influence de proportion des matières employées, influence attribuée vaguement au rapport des masses en présence, et qui peut être uniquement attribué à l'écartement plus ou moins grand de molécules qui réagissent.

» Si cette explication est vraie, la réaction de tous les acides bibasiques sur le carbonate alcalin sera analogue à celle de la silice, tandis que la réaction des acides monobasiques sera entièrement différente. C'est ce que l'expérience vérifie pleinement.

» L'acide titanique fait perdre au carbonate des quantités d'acide carbonique qui tendent vers une limite croissant d'une manière continue avec la température. Les phénomènes sont même plus nets qu'avec la silice, parce qu'ils ne sont point compliqués de l'influence de l'acide carbonique, à peu près négligeable dans le cas de l'acide titanique.

» M. Hiortdahl, dans des expériences publiées en juillet 1865 dans les *Comptes rendus* sur l'action de la zircone sur le carbonate de soude, a trouvé des résultats analogues à ceux qu'on a trouvés avec la silice.

» Ces expériences confirment donc l'analogie qui existe entre les composés SiO^2, TiO^2, ZrO^2 qu'on doit considérer comme des acides bibasiques formant des sels neutres, dans lesquels le rapport entre l'oxygène de l'acide et celui de la base est de 1 : 1.

» Il en est tout autrement pour l'alumine et le sesquioxyde de fer. Ces deux oxydes doivent être comme des acides monobasiques. Ils forment presque immédiatement, par leur union avec la soude, les composés $Al^2O^3.NaO$ et $Fe^2O^3.NaO$, et la réaction ne varie plus lorsqu'on élève la température. Les aluminates et les ferrites sont des sels neutres dans lesquels la proportion de l'oxygène de l'acide à celui de la base est de 3 : 1.

» La facilité avec laquelle l'alumine attaque le carbonate de soude pour former le composé $Al^2O^3.NaO$, et ce fait remarquable que le rapport des quantités d'oxygène est précisément celui qui existe entre l'alumine et les bases alcalines ou alcalino-terreuses, dans la nombreuse famille des feldspathides et des amphigénides, sont des raisons qui portent l'auteur à penser que ces minéraux doivent être considérés comme une combinaison de composé $Al^2O^3.NaO$ avec un excès de silice.

» Quant à l'acide borique, il se comporte aussi comme un acide monobasique; la réaction se fait avec vivacité, en quelques minutes, et donne naissance au composé $BoO^3.3NaO$, qui correspond à l'acide borique hydraté naturel $BoO^3.3HO$, et aux borates de magnésie préparés par Ebelmen dans ses célèbres expériences. L'élévation de température ne modifie pas la réaction, mais elle volatilise le borate formé.

» L'acide borique, monobasique comme l'alumine, s'en éloigne donc par le rapport entre l'oxygène de l'acide et celui de la base. Ce rapport qui est de 3 : 1 dans les aluminates, est de 1 : 1 dans les borates; et par ce caractère l'acide borique se rapproche de l'acide silicique.

» Tous ces faits confirment l'explication proposée pour rendre compte de la réaction de la silice sur le carbonate de soude. Ils confirment les formules chimiques adoptées récemment pour la silice, l'acide titanique et la zircone. Ils précisent le rôle chimique de la silice aux hautes températures.

» L'auteur espère qu'on pourra tirer parti de ses observations pour l'explication de certains phénomènes géologiques. »

CHIRURGIE. — *De l'emploi combiné de la morphine et du chloroforme pendant les opérations chirurgicales. Nouveau mode d'administration de cet agent.* Note de M. **Demarquay.**

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

» Il y a quelques années, un chirurgien allemand proposa d'associer la morphine au chloroforme, afin de prolonger l'anesthésie plus longtemps en donnant relativement moins de chloroforme. M. Claude Bernard eut recours à ce mode d'anesthésie, pour ses belles expériences physiologiques, et se loue beaucoup de cette manière de faire. Après avoir constaté les résultats obtenus par notre éminent physiologiste, je me mis en mesure d'appliquer sur l'homme ce qui me paraissait avantageux au point de vue expérimental, ainsi que l'avait conseillé M. Cl. Bernard. Pendant que je poursuivais mes recherches, M. Labbé, chirurgien de la Pitié, communiquait à l'Académie une Note de laquelle il résulte que la morphine et le chloroforme lui auraient donné de très-bons résultats. Néanmoins je poursuivis mes recherches sur les animaux et sur l'homme. Ce sont les résultats de ces recherches que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie.

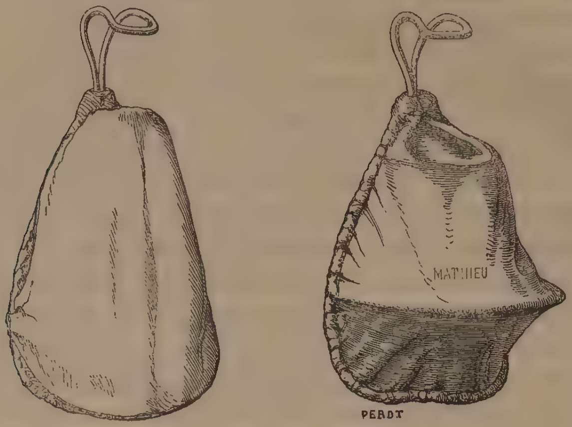
» En 1848, j'ai fait connaître, avec Aug. Duméril, que le chloroforme a une action déprimante sur la température. Cet agent, administré pendant

quelque temps à un chien, abaisse la température animale d'un degré environ, et cet abaissement persiste pendant plusieurs heures. Si, sur un autre animal, on injecte sous la peau 3 centigrammes de morphine, on déprime également d'une manière plus sensible sa température. Cette dépression, plus considérable (2 degrés environ), dure également plusieurs heures. L'action combinée de la morphine et du chloroforme abaisse sensiblement la température animale (abaissement qui peut aller à $2\frac{1}{2}$ degrés). Pendant mes expériences, un chien chloroformé, après avoir été soumis à la morphine, est mort rapidement. Néanmoins, j'ai fait deux opérations importantes sur l'homme en combinant ces deux agents. La première a bien réussi; mais, pendant la seconde, bien que le chloroforme fût donné avec soin et à petite dose, il est survenu des accidents graves.

» La circulation s'est profondément troublée, le sang artériel est devenu noir, la malade a eu une série de syncopes qui m'ont fort inquiété. Cet état sérieux a duré toute la journée. En tenant compte de mes expériences qui prouvent l'action déprimante de la morphine et du chloroforme sur le système nerveux, dépression accusée par l'abaissement de la température, je me demande s'il est bon de soumettre une personne que l'on doit opérer et qui subit déjà une dépression morale plus ou moins grande, à l'action de deux agents dont il est impossible de mesurer l'action. Si l'opération est peu grave, pourquoi associer deux médicaments sans savoir comment ils seront tolérés par l'organisme? Si l'opération est grave, si l'organisme doit être ébranlé, si l'hémorrhagie doit être sérieuse, pourquoi alors soumettre le sujet à l'action d'un double poison, quand un seul peut avoir un effet funeste? Sans doute on se propose, en émoussant la sensibilité par l'opium, d'arriver à l'anesthésie avec une moins grande quantité de chloroforme; mais, par cette combinaison, on ne domine point le danger, on ne fait que l'augmenter. Peut-être pourrait-on arriver à un meilleur résultat en donnant l'opium à dose fractionnée; de la sorte, on pourrait étudier la susceptibilité de l'organisme, ainsi que l'a conseillé M. le docteur Plouviez. D'ailleurs, c'est toujours une chose grave que de soumettre l'organisme à un double empoisonnement; aussi j'ai abandonné cette manière de faire, et je me suis appliqué à perfectionner le mode d'administrer le chloroforme.

» Au lieu de verser le chloroforme sur une compresse, sur de la charpie ou sur une éponge, ou d'employer un appareil plus compliqué, je me sers d'appareils faits en flanelle et ayant la forme d'un masque. Le chloroforme, contenu dans une bouteille graduée, est versé goutte à goutte sur l'appareil; l'évaporation du chloroforme est continue, le malade le respire sans

effort; souvent la période d'agitation disparaît, et le malade s'endort doucement. Depuis plus d'un an, j'emploie cet appareil, confectionné par M. Mathieu, et je n'ai trouvé qu'un jeune homme, ayant des habitudes



alcooliques anciennes, chez lequel j'aie eu à lutter sérieusement contre la période d'excitation. Je ne donne ici que le résumé sommaire de mes recherches sur le chloroforme et son administration ; je publierai prochainement, dans un journal de médecine, les recherches détaillées auxquelles je me suis livré. »

M. A. **Barthélemy** adresse, comme suite à une Communication précédente, une Note sur l'injection par le mercure des organes de la circulation aérienne dans les plantes aquatico-terrestres.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Deladreux** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note concernant diverses questions d'art militaire.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives à l'art militaire.)

M. **Saint-Ange Davillé** adresse une Note relative à une nouvelle « Dactylologie à l'usage des sourds et muets ».

Ce Mémoire sera renvoyé à la Commission précédemment nommée pour

les questions de ce genre, Commission à laquelle on priera l'Académie des Sciences morales de vouloir bien adjoindre un de ses Membres.

M. C. Morello adresse un Mémoire, écrit en italien, sur la théorie de la Lune.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Brachet adresse une Note concernant un télescope de Cassegrain binoculaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *L. Chapplain* : « De l'Intendance du corps médical militaire et de la mortalité dans l'armée » ;

2° Un ouvrage de M. *C. Flammarion* : « Vie de Copernic et histoire de la découverte du système du monde » ;

3° Un numéro du « Moniteur de la Photographie », qui contient un spécimen de gravure héliographique par le *procédé Rousselon*. Ce procédé consiste à tirer d'abord, sous un cliché photographique, une épreuve sur gélatine, de manière que l'image est grainée naturellement et proportionnellement à l'action de la lumière; cette première image, moulée en plomb sous la presse hydraulique, est transformée en planche de cuivre par la galvanoplastie. Les gravures en creux exécutées par ce procédé reproduisent toutes les finesses du cliché photographique. Le perfectionnement actuel consiste à transformer ces planches en gravures photographiques, c'est-à-dire en relief.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'un article du testament de feu M. *le Maréchal Vaillant*, faisant don à l'Académie d'une somme de 40000 francs, pour la fondation d'un prix.

D'après la volonté du testateur, cette somme doit être employée par l'Académie à fonder un prix qui sera accordé par elle, soit annuellement, soit à de plus longs intervalles; le Maréchal lui laisse le soin d'apprécier le

sujet qui devra être indiqué pour ce prix, et l'emploi qu'il lui semblera le plus convenable de faire de la somme qu'il la prie d'accepter.

Cette pièce sera transmise à la Commission administrative.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations à propos d'un passage d'une Note de* M. Respighi, *sur les protubérances solaires; par* **M. Tacchini.**

« Dans le numéro du 15 juillet des *Comptes rendus*, j'ai lu la réponse de M. Respighi aux critiques présentées par le P. Secchi sur quelques particularités de la constitution du Soleil. Je n'entends pas, à propos des observations faites, entrer dans le fond de la discussion ; mais, comme M. Respighi a inséré dans sa Note une phrase qui me regarde, je dois expliquer mes expressions pour éviter des équivoques.

» Quand j'ai écrit à M. Respighi que *i suoi lavori potevano andare a maraviglia nel giornale degli spettroscopisti italiani*, ces mots se rapportaient seulement au nombre, à la hauteur et à la direction générale des protubérances; pour ce qui concerne les caractères ou les détails particuliers des protubérances et de la chromosphère, j'ai reproduit mon opinion, savoir : qu'on ne doit accorder confiance qu'aux dessins faits avec les grandes lunettes, opinion qui est partagée encore par M. Lorenzoni. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimant.* Note de **M. Trève**, présentée par M. Faye.

« La transformation d'un barreau de fer doux en *aimant* exige un travail mécanique, une action moléculaire d'un ordre encore ignoré. Cette action peut être démontrée par les expériences suivantes :

» 1° Étant donné le gros électro-aimant de Faraday, par exemple, si l'on réunit les deux pôles en fer doux par un fil métallique dans le circuit duquel on interpose un galvanomètre, l'aiguille est fortement déviée dès que l'on fait passer le courant, c'est-à-dire dès que l'on forme l'aimant. Ce courant direct est instantané, et l'aiguille revient au zéro. Si l'on ouvre le courant, l'aiguille dévie dans le sens contraire, pour revenir encore au zéro.

» 2° Si l'on prend un *aimant permanent*, que l'on fixe à l'un de ses pôles un fil, et au point neutre un autre fil, ces fils étant réunis par un galvanomètre, quand on adapte l'armature, un courant se produit pour cesser aussitôt. Quand on arrache l'armature, un nouveau courant se produit dans le sens contraire, pour cesser encore immédiatement.

» Dans cette expérience, il n'y a pas de pile; c'est un courant direct qui

se manifeste à la *fermeture* ou à l'*ouverture* de l'aimant. Avec l'exploseur de M. *Bréguet*, l'expérience est des plus simples à faire.

» L'effet exposé ci-dessus devient beaucoup plus énergique si l'on rapproche jusqu'au contact deux aimants en fer à cheval. On réunit les points neutres par un fil dans le circuit duquel on place un galvanomètre. Dès que le contact a lieu, l'aiguille part pour revenir bientôt au zéro. Quand on les sépare brusquement, un courant naît en sens contraire pour cesser encore aussitôt.

» C'est au laboratoire de la Sorbonne que j'ai fait ces expériences et avec les appareils de M. Ruhmkorff. Je me propose de continuer ces essais. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de l'hydrogène et de l'air à des températures élevées.* Mémoire de **M. Amagat**, présenté par M. Balard. (Extrait par l'auteur.)

« La question qui fait l'objet de ce travail est relative au cas particulier que présente la compressibilité de l'hydrogène. On a admis que ce gaz, après s'être écarté de la loi de Mariotte dans le même sens que les autres gaz, doit, à une température assez élevée, suivre cette loi, puis s'en écarter en sens contraire, et l'on a même pensé qu'il en serait de même pour les autres gaz, si l'on opérait sur eux à des températures assez élevées.

» S'il en est ainsi, l'écart de l'hydrogène à une température élevée, 250 degrés par exemple, devra être notablement plus petit (c'est-à-dire plus grand en valeur négative) qu'à la température ordinaire; celui de l'air, que j'ai déjà trouvé être nul à 100 degrés, devra devenir négatif.

» Voici très-succinctement la méthode que j'ai employée ; le principe en a été indiqué par M. Regnault. Deux cylindres d'égale capacité sont séparés par un robinet; on fait le vide dans l'un d'eux, communiquant avec un baromètre tronqué qui permet d'apprécier la pression restante; dans l'autre, on comprime le gaz jusqu'à une pression de deux atmosphères que mesure un manomètre à air libre, communiquant avec ce second cylindre. Si l'on ouvre alors le robinet qui sépare les deux cylindres, le gaz comprimé dans l'un d'eux se répand dans un espace double; la pression est de nouveau prise au manomètre. Les cylindres sont plongés dans un bain d'huile, qui m'a permis d'opérer jusqu'à 320 degrés.

» Voici maintenant les résultats :

	Air.	Hydrogène.
A 100 degrés........................	1,00011	»
250 »	1,00025	0,99986
320 »	1,00018	»

» On voit que, pendant une période de 250 degrés, l'écart de l'hydrogène non-seulement n'a pas diminué, mais qu'il s'est au contraire rapproché de zéro. Celui de l'air a conservé, depuis 100 jusqu'à 320 degrés, une valeur absolument insignifiante et de l'ordre des erreurs expérimentales possibles; ces deux gaz se sont l'un et l'autre rapprochés de la loi de Mariotte, qui est une loi limite vers laquelle tendent tous les gaz quand on élève la température, et non un cas particulier qui n'est rigoureusement observé par chacun d'eux qu'à une certaine distance de leur point de liquéfaction, et de part et d'autre duquel l'écart est de sens contraire. J'ai vérifié, par la méthode précédente, quelques-uns des résultats de mes expériences sur l'acide carbonique et l'acide sulfureux, entre zéro et 250 degrés; quoique les deux méthodes soient extrêmement différentes, l'accord a été très-satisfaisant. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques.* Note de **M. Berthelot.**

« 1. Soient les carbonates mis en présence d'un acide, l'eau étant en proportion suffisante pour que le gaz carbonique demeure entièrement dissous. Dans tous les cas que je vais citer, il y a déplacement total ou sensiblement de l'acide carbonique, comme on pouvait le prévoir. J'ai trouvé :

» 1° *Acide azotique et carbonates :*

$$CO^3Na\,(1^{\text{équiv}} = 13^{\text{lit}}) + AzO^6H\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots + 3{,}41.$$

Or $N - N_1 = 13{,}7 - 10.2 = +3{,}5$;

L'acide azotique déplace donc entièrement l'acide carbonique, sans donner lieu à un bicarbonate, dans les dissolutions.

» 2° *Acide acétique et carbonates :* j'ai trouvé

$$CO^3Na\,(1^{\text{équiv}} = 18^{\text{lit}}) + C^4H^4O^4\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots 3{,}14.$$

Or $N - N_1 = 13{,}3 - 10{,}2 = +3{,}1$.
Il y a donc déplacement total, sans formation de bicarbonate.

» 3° *Acide sulfurique et carbonates :*

$$CO^3Na\,(1^{\text{équiv}} = 18^{\text{lit}}) + SO^4H\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots + 5{,}52.$$

Or j'ai trouvé $N - N_1 = 15{,}87 - 10{,}20 = +5{,}67$.

» 4° *Acide tartrique et carbonates :*

$$C^2O^6NaH\,(1^{\text{équiv}} = 18^{\text{lit}}) + \tfrac{1}{2}\,C^8H^6O^{12}\,(1^{\text{équiv}} = 2^{\text{lit}}) \ldots + 1{,}61.$$

Or, $N - N_1 = +1{,}7$.

» 2. En résumé, la méthode thermique indique que les carbonates dissous sont décomposés entièrement et avec chaleur par les acides azotique, acétique, sulfurique, tartrique, c'est-à-dire que la réaction est la même dans une liqueur étendue qu'entre les corps séparés de l'eau.

» 3. Examinons la chaleur mise en jeu par les corps anhydres. Le calcul repose sur les nombres suivants, que j'ai mesurés moi-même (1) :

CO^2 + eau (dissolution)	+ 2,8	...	+ 2,8
CO^2 dissous + NaO dissoute	+10,25	CO^2 dissous + KO dissoute	+10,1
2 CO^2 dissous + NaO dissoute	+11,1	2 CO^2 dissous + KO dissoute	+11,0
Dissolution de CO^3Na	+ 2,77	Dissolution de CO^3K	+ 3,27
Dissolution de $CO^3Na, 10HO$	− 7,41	Dissolution de $CO^3K, 1\frac{1}{2}HO$	− 0,12
Dissolution de C^2O^6NaH	− 4,27	Dissolution de C^2O^6KH	− 5,32
AzO^6H + eau (Hess. Thomsen)	+ 7,6	...	+ 7,6
Union + NaO diss. ($1^{équiv} = 2^{lit}$)	+13,72	Union + KO dissoute	+13,83
Dissolution de AzO^6Na	− 4,66	Dissolution de AzO^6K	− 8,29
HCl + eau (dissolution)	+17,43	...	+17,43
Union + NaO dissoute	+13,69	Union + KO dissoute	+13,59
Dissolution NaCl	− 1,08	Dissolution de KCl	− 4,19

$C^4H^4O^4$ + eau	+ 0,39
Union + NaO dissoute	+13,30
Dissolution de $C^4H^3NaO^4$	+ 3,83
Dissolution de $C^4H^3NaO^4, 6HO$	− 4,58

SO^4H + eau (Thomsen)	+ 8,54	...	+ 8,54
SO^4H dissous + NaO dissoute	+15,87	SO^4H dissous + KO dissoute	+15,71
2 SO^4H dissous + NaO dissoute	− 1,05	2 SO^4H dissous + KO dissoute	− 1,04
Dissolution de SO^4Na	+ 0,38	Dissolution de SO^4K	− 3,02
Dissolution de $SO^4Na, 10HO$	− 9,05		
Dissolution de S^2O^8NaH	− 0,76	Dissolution de S^2O^8KH	− 3,27
$C^4H^2O^8$ + eau	− 2,29	$C^8H^6O^{12}$ + eau	− 3,45
$C^4H^2O^8, 4HO$ + eau	− 8,49	$C^8H^6O^{12}$ dissous + 2 NaO diss.	+25,88
$C^4H^2O^8$ diss. + 2 NaO diss.	+28,64	» + NaO diss.	+12,95
» + NaO dissoute	+13,88	$C^8H^4Na^2O^{12}$ + eau	− 1,12
Dissolution de $C^2Na^2O^8$	− 4,30	$C^8H^4Na^2O^{12}, 4HO$ + eau	− 5,88
Diss. de C^4HNaO^8 (1 + 200 eau)	− 5,55	$C^8H^5NaO^{12}$ (1 + 125 p. eau)	− 5,66
Dissolution de $C^4HNaO^8, 2HO$	− 9,53	$C^8H^5NaO^{12}, 2HO$ (1 + 100 p. eau)	− 8,54

» 4. L'acide azotique et les deux carbonates de soude, en l'absence de

---

(1) Les sels ont été dissous en général dans 50 parties d'eau. L'union des acides et des bases se rapporte à 1 équivalent d'acide ou 1 équivalent de base dans 2 litres.

l'eau (1),

$$AzO^6H + CO^3Na = AzO^6Na + CO^2 + HO \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +15,7$$
$$AzO^6H + C^2O^6NaH = AzO^6Na + C^2O^4 + H^2O^2 \text{ dégage} \ldots \quad +4,9$$

» Le même acide dégage, avec les deux carbonates de potasse, + 19,7 et + 7,4. Toutes ces réactions sont à la fois totales et exothermiques, quel que soit l'état des corps réagissants. Le dégagement de chaleur produit en l'absence de l'eau est d'autant plus caractéristique que les chiffres ci-dessus sont inférieurs aux évaluations de la théorie dans une forte proportion, en raison de deux actions endothermiques consécutives, savoir : 1° le changement d'état physique de l'acide carbonique, déplacé sous la forme gazeuse, qui n'est pas comparable à la forme liquide de l'acide azotique; 2° le changement de constitution chimique dudit acide carbonique, lequel est un anhydride, tandis que l'acide azotique est monohydraté. Le changement physique donne lieu à une absorption de chaleur que l'on peut évaluer à + 5,6 pour C^2O^4 environ, valeur qui doit être ajoutée aux chiffres donnés ci-dessus pour la décomposition des carbonates anhydres, si l'on veut la rapporter à l'acide carbonique liquéfié. Quant au changement de constitution chimique, il a pour résultat de substituer deux opérations à une seule dans la comparaison des effets thermiques dus à l'union d'une même base, soit avec l'acide carbonique, soit avec l'acide azotique : l'une de ces opérations amènerait l'anhydride au type salin (acide hydraté), tandis que la seconde représente la substitution de la base à l'eau :

$$\begin{cases} C^2O^4 + H^2O^2 = C^2O^6H^2 \quad \text{dégage } 2\eta, \\ C^2O^6H^2 + 2(KO, HO) = C^2O^6K^2. \end{cases}$$

» La chaleur dégagée dans la réaction de l'acide azotique sur les carbonates de soude anhydres et qui détermine ladite réaction est donc en réalité

$$15,7 + 2,8 + \eta \quad \text{et} \quad 4,9 + 5,6 + 2\eta.$$

» 5. L'acide sulfurique et les carbonates de soude anhydres :

$$SO^4H + CO^3Na = SO^4Na + CO^2 + HO \quad \text{dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +13,8$$
$$SO^4H + C^2O^6NaH = SO^4Na + C^2O^4 + H^2O^2 \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots \quad +3,0$$

Mais la réaction du bisulfate de soude sur le bicarbonate de soude

$$S^2O^8NaH + C^2O^6NaH = 2SO^4Na + C^2O^4 + H^2O^2 \text{ absorbe} \ldots \quad -5,6$$

(1) On néglige l'action secondaire et consécutive que l'eau produite dans la réaction doit exercer sur l'azotate de soude.

quantité qui peut être attribuée entièrement à la vaporisation de l'acide carbonique; elle se changerait en un dégagement de chaleur $+ 2\eta$, si l'on tenait compte de l'opération chimique de la déshydratation de l'acide carbonique. Ici encore on peut admettre que les réactions entre les corps dissous ou anhydres sont toujours exothermiques en principe.

» 6. L'acide acétique sur le carbonate de soude anhydre :

$$C^4H^4O^4 + CO^3Na = C^4H^3NaO^4 + CO^2 + HO \text{ absorberait} \ldots\ldots -0,3$$

Mais ce chiffre se change en un dégagement de $+ 2,5$ environ, en rapportant la réaction à l'acide carbonique liquéfié. Pour le bicarbonate de soude :

$$C^4H^4O^4 + C^2O^6NaH = C^4H^3NaO^4 + C^2O^4 + H^2O^2 \ldots\ldots -11,1$$

» L'expérience montre en effet que la réaction a lieu avec une grande absorption de chaleur. Cette absorption surpasse de 5,3 environ le chiffre attribuable à la vaporisation de l'acide carbonique : l'excès doit être attribué à la séparation chimique (2η) qui déshydrate l'acide carbonique.

» 7. L'acide tartrique sec sur les carbonates de soude anhydres :

$$C^8H^6O^{12} + 2CO^3Na = C^8H^4Na^2O^{12} + C^2O^4 + H^2O^2 \ldots\ldots + 7,8$$
$$C^8H^6O^{12} + 2C^2O^6NaH = C^8H^4Na^2O^{12} + 2C^2O^4 + 2H^2O^2 \ldots\ldots -13,8$$

donne lieu aux mêmes réflexions.

» 8. Poursuivons cette étude sur d'autres exemples.

» 1° *Acide sulfurique et acétates.* — En présence de l'eau :

$$\left\{\begin{array}{l} C^4H^3NaO^4 (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) + SO^4H \ (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) + 2,38 \\ C^4H^4O^4 \ (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) + SO^4Na (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) - 0,12 \end{array}\right\} N - N_1 = 2,50.$$

» L'expérience directe a donné $15,87 - 13,30 = 2,57$.

» Il y a donc décomposition totale, la réaction de l'acide acétique sur le sulfate de soude ne s'écartant guère des effets de la simple dilution ($-0,07$ environ). La méthode des deux dissolvants confirme ce résultat.

» La réaction est la même entre corps anhydres. Dans ce cas,

$$C^4H^3NaO^4 + SO^4H = SO^4Na + C^4H^4O^4 \quad \text{dégage} + 14,1,$$

différence trop forte pour être compensée par la chaleur additionnelle ($+ 8,6$), qui serait due à la formation possible d'un bisulfate.

» 2° *Acide tartrique et acétates.* — En présence de l'eau :

$$\left\{\begin{array}{l} C^8H^6O^{12} \ (1 \text{ équiv.} = 4^{lit}) + 2C^4H^3NaO^4 (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) - 0,50 \\ C^8H^4Na^2O^{12} (1 \text{ équiv.} = 4^{lit}) + 2C^4H^4O^4 \ (1 \text{ équiv.} = 2^{lit}) + 0,14 \end{array}\right\} N - N_1 = 0,64.$$

» Ces nombres indiquent un déplacement à peu près total de l'acide acétique par l'acide tartrique. Et, chose remarquable, ce déplacement se traduit

par une absorption de chaleur. En effet, l'acide acétique dissous dégage plus de chaleur que l'acide tartrique en s'unissant avec la soude (13,30 au lieu de 12,94). Cette conclusion ne saurait être révoquée en doute, car la méthode des deux dissolvants démontre le même déplacement total.

» Il s'explique par les valeurs calculées pour les corps anhydres :

$$C^8H^6O^{12} + 2C^4H^3NaO^4 = C^8H^4Na^2O^{12} + 2C^4H^4O^4 \text{ dégage} \ldots \quad +8,4$$

le déplacement est donc en réalité exothermique.

» En résumé, dans toutes les réactions que je viens d'exposer, le déplacement d'un acide par l'autre est total ou sensiblement : le déplacement opéré entre les corps anhydres est le même pour les corps dissous, comme le prouve la concordance des résultats obtenus soit par la méthode thermique, soit par la méthode des deux dissolvants. Enfin, toutes les expériences où l'état physique et chimique des corps réagissants est comparable, montrent que la réaction entre les corps anhydres dégage de la chaleur, et qu'elle règle la réaction entre les corps dissous, celle-ci pouvant d'ailleurs être exothermique ou endothermique, suivant les circonstances.

» Je vais aborder les réactions dans lesquelles la base se partage entre les deux acides. »

CHIMIE. — *De l'aptitude de certains gaz à acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives persistantes.* Note de M. CHABRIER, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai été conduit dans le cours de mes recherches à faire sur l'hydrogène et sur l'azote des observations qui me paraissent dignes de quelque attention.

» J'ai appliqué depuis quelques mois à divers gaz, et en les modifiant légèrement, les procédés récemment étudiés pour la production de l'oxygène actif au moyen de l'effluve électrique. J'ai opéré d'abord sur l'hydrogène, et c'est de mes expériences sur ce gaz que je prends la liberté d'entretenir aujourd'hui l'Académie.

» L'appareil dont je me suis servi se composait d'un tube ozoniseur de M. Houzeau, entouré d'un deuxième tube enveloppant le fil extérieur, de manière à soustraire l'opération à toute intervention de l'ozone. Ce manchon était fermé à ses deux bouts et soudé sur le tube adducteur, d'une part au-dessous des extrémités inférieures des deux fils, de l'autre au-dessus de l'hélice du fil extérieur. La fermeture supérieure était, bien entendu, traversée par le fil extérieur, afin qu'il pût être mis en communication avec l'un des pôles de l'appareil d'induction.

» Au début de ces expériences, j'avais observé qu'à l'issue du tube à dégagement on pouvait, une fois le courant électrique établi, constater toutes *les réactions caractéristiques de l'ammoniaque* (1), réactions d'autant plus sensibles que l'extrémité des fils était plus rapprochée de l'orifice du tube. Ce fait semblant révéler *l'existence de propriétés actives dans l'hydrogène électrisé,* je soumis, d'après le conseil de M. Favre, à qui j'avais communiqué cette observation, l'oxyde d'argent à l'action d'un courant d'hydrogène électrisé par effluves.

» Voici comment je disposai l'expérience : l'oxyde d'argent fut placé dans un petit récipient formé d'un bout de tube à essai ordinaire, coupé à 2 centimètres du fond, en manière de dé à coudre. Ce petit vase fut fermé avec soin par un bouchon à deux trous. L'un de ces trous était traversé par le tube adducteur, l'autre reçut un tube d'issue dirigé, suivant les besoins de l'expérience, dans de l'eau ou dans une solution propre à faire connaître les produits gazeux qui s'échappaient de l'appareil. Enfin l'extrémité du tube adducteur s'arrêtait à quelques millimètres de la surface de l'oxyde soumis à l'action du gaz électrisé.

» Les premières expériences furent faites sur un échantillon d'oxyde préparé depuis plus d'un mois, ayant une couleur vert olive, et sur lequel il me fut impossible de constater aucun effet, soit à la simple vue, soit au microscope, soit par la balance.

» Au contraire, en opérant sur de l'oxyde nouvellement préparé et déposé encore humide sur un petit disque de porcelaine introduit dans l'appareil que j'ai décrit plus haut, l'oxyde prit bientôt une teinte noirâtre; la surface se parsema de parcelles brillantes, ayant un aspect argentin, parmi lesquelles se distinguaient au microscope les petits éclats de verre dont M. A. Thenard a décrit et analysé la nature et la provenance.

» J'observai avec grand soin les phases de cette transformation. Les parcelles métalliques parurent se multiplier, puis grossir, quelques-unes affectant l'apparence de petits globules de mercure. Toutes les fois que j'ai renouvelé cette dernière expérience, l'action que je viens de décrire parut se ralentir après un certain temps, et cesser enfin complétement.

---

(1) Cette expérience se fait en appliquant une petite bande de papier réactif humide contre l'extrémité du tube adducteur, ou en y présentant une baguette imprégnée d'acide chlorhydrique. On sait d'ailleurs que l'étincelle de l'appareil Ruhmkorff détermine, dans un tube fermé, la formation d'une petite quantité d'ammoniaque dans un mélange d'azote et d'hydrogène, et la combinaison complète des deux gaz s'ils sont en proportion convenable et en contact avec un peu d'eau acidulée.

» Outre ces deux expériences extrêmes, faites sur la même matière, dans deux états très-différents, j'en ai pratiqué d'autres dans des conditions intermédiaires, dont les résultats ont varié plus ou moins, mais qui tendent toutes à prouver que *l'oxyde d'argent récemment préparé peut être réduit*, au moins partiellement, *par l'hydrogène électrisé.*

» En examinant au microscope de petites quantités d'oxyde d'argent, soumises pendant plusieurs heures à l'action de l'hydrogène électrisé, j'observai qu'à l'air les globules dont j'ai parlé plus haut se déformaient et laissaient bientôt, en paraissant se contracter, un petit squelette cristallin.

» Je soumis un de ces lots d'oxyde, en partie réduit, à une nouvelle action de l'hydrogène électrisé. Rien d'apparent ne sembla se manifester dans le cours de l'expérience, mais l'examen microscopique du résultat me permit de voir, près des plus gros fragments, et gisant sur la surface de la couche d'oxyde, des copeaux d'argent, d'une ténuité extrême, contournés comme le serait un jet de matière à demi fluide, expulsée par pression hors de l'enveloppe qui l'aurait renfermée d'abord. Quelques-uns de ces jets paraissent même avoir été projetés à quelque distance du point où ils s'étaient produits.

» Ces observations, souvent renouvelées, semblaient annoncer que l'hydrogène électrisé était apte, non-seulement à réduire partiellement l'oxyde d'argent, maïs encore à *former avec le métal réduit un composé fluide, très-peu stable, et susceptible de rocher* lorsque le gaz vient à se séparer de l'argent.

» Dans le but de vérifier cette conclusion, j'exposai pendant plusieurs heures à l'action de l'hydrogène électrisé une petite lamelle circulaire d'argent pur, parfaitement nette, dans l'appareil que j'ai déjà décrit. Tant que dura l'opération et que le métal demeura soustrait au contact de l'air, la surface resta nette et parut prendre seulement une sorte de lustre turgescent. Dès que le récipient eut été ouvert et que l'air put atteindre la lamelle d'argent, sa surface se couvrit d'un léger voile blanchâtre.

» Cette surface, examinée au microscope, présentait un aspect qu'on ne peut mieux comparer qu'à une peau de chagrin argentée. Les bords de la lame paraissaient d'ailleurs tuméfiés, et sur son pourtour entier il s'était formé une sorte de bourrelet fragile, que les secousses détachaient facilement par morceaux, et dont les fragments présentaient sous le microscope l'apparence de lingots d'argent fraîchement fondus. Ces fragments étaient

doués d'une blancheur éclatante et irisés par endroits. On distinguait, en outre, sur l'étendue de la lame de nombreuses aspérités, dont quelques-unes, plus brillantes, laissaient voir des ramifications cristallines. Enfin on retrouvait près des bords quelques-uns de ces rubans métalliques dont j'ai attribué l'origine à un rochage.

» Il résulte des observations qui précèdent que l'hydrogène est susceptible d'acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives; que ces propriétés persistent jusqu'à une certaine distance de l'extrémité du tube, et pendant un certain temps; distance et temps qui paraissent fort courts.

» Ces propriétés se manifestent, entre autres effets, par la combinaison de l'hydrogène électrisé avec l'azote atmosphérique, par la réduction de l'oxyde d'argent nouvellement préparé, et, à ce qu'il semble, par l'alliage d'une partie de l'hydrogène actif avec le métal réduit, cet alliage paraissant liquide, très-peu stable et susceptible de rocher, lorsque l'action de l'hydrogène vient à cesser.

» Je ferai connaître, dans une prochaine Communication, la suite de ces recherches et en particulier mes expériences sur l'azote. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction du pyroxène et du péridot.* Note de **M. G. Lechartier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (1), j'ai montré comment on peut reproduire les principales variétés de pyroxène et de péridot, en chauffant à une température convenable, dans un bain de chlorure de calcium, les divers éléments constitutifs de ces minéraux.

» Ce procédé réunit deux avantages principaux :

» 1° Il permet d'obtenir en quelques heures de très-beaux cristaux, purs et ne contenant pas d'alumine.

» 2° Pour cette opération, il n'est pas nécessaire de mélanger les substances qui doivent se combiner ensemble, dans les proportions mêmes qui caractérisent les minéraux à reproduire. Les cristaux que l'on obtient sont disséminés au milieu de la masse du chlorure de calcium dans la place où ils se sont formés dans la matière fondue. Toutes les substances qui n'ont pas servi à constituer les cristaux s'unissent en un silicate complexe que l'on retrouve au fond du creuset, le plus souvent à l'état de verre ou de

(1) *Comptes rendus*, séance du 6 juillet 1868.

masse solide amorphe, plus ou moins agglomérée, suivant le degré de température auquel le mélange a été porté.

» Cette séparation physique contribue à la pureté des cristaux et donne le moyen d'étudier les circonstances favorables à leur production, ainsi que les réactions qui peuvent leur donner naissance. Elle permet aussi de discerner quelques-uns des groupements naturels qui peuvent se produire lorsqu'on chauffe dans des conditions déterminées un mélange de silice, de chaux, de magnésie, d'oxyde de fer et d'alumine. Cette question me paraît avoir d'autant plus d'importance, que la silice forme, avec les oxydes précédents, un grand nombre de silicates cristallisés de composition différente.

» Voici les principaux résultats obtenus à la suite d'un grand nombre d'essais :

» 1° La présence d'une proportion relativement considérable d'alumine dans un mélange de silice, de chaux et de magnésie n'empêche pas la formation du pyroxène et du péridot. On peut remplacer dans le mélange l'alumine et une portion de la silice par du kaolin, c'est-à-dire par du silicate d'alumine.

» Le kaolin pur chauffé avec de la magnésie ou avec de la magnésie et de la chaux à une température suffisamment élevée se dédouble en un silicate alumineux, le plus souvent vitrifié, et en silicates cristallisés, péridot ou pyroxène. Il peut arriver que les cristaux obtenus dans ces conditions, ressemblant en cela à un certain nombre de cristaux naturels, contiennent de petites quantités d'alumine.

» On chauffe avec 100 grammes de chlorure de calcium :

Silice	6	grammes.
Chaux	2	»
Magnésie	2	»
Sesquioxyde de fer	2	»
Alumine	1	»

Après l'opération, le culot de chlorure de calcium contient des cristaux de pyroxène colorés en vert clair, dans lesquels l'analyse, faite sur 6 décigrammes, ne découvre que des traces d'alumine. Le fond du creuset est recouvert d'un silicate que la fusion a fait passer à l'état de verre.

» En répétant l'expérience avec le mélange suivant :

Silice	8	grammes.
Kaolin	2	»
Chaux	3	»
Magnésie	2	»
Sesquioxyde de fer	5	»

on obtient un silicate amorphe, fondu ou non, suivant la température à laquelle on opère, et des cristaux verts de pyroxène pour lesquels l'analyse, faite sur 1 gramme de matière, a signalé la composition suivante :

Silice	51,0
Chaux	23,4
Magnésie	18,0
Protoxyde de fer	3,0
Alumine	4,8
	100,2

» En chauffant successivement avec la même quantité de bases des mélanges de silice et de kaolin contenant 40, 60 et même 80 pour 100 de kaolin, on ne cesse pas de produire des cristaux de pyroxène; il en est encore ainsi lorsqu'on remplace la totalité de la silice par du silicate d'alumine.

» On a chauffé dans un creuset de charbon :

Kaolin	15	grammes.
Magnésie	6	»
Chlorure de calcium	100	»

et l'on a obtenu du péridot dont les cristaux prismatiques étaient accolés les uns aux autres dans le sens de leur longueur, de manière à constituer des lames striées et dentelées sur leurs bords.

» La densité de ces cristaux a été trouvée égale à 3,36, et l'analyse faite sur 1 gramme environ leur a assigné la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice	42,9		22,9
Magnésie	52,0	20,8	22,1
Protoxyde de fer	2,2	0,5	
Chaux	3,0	0,0	
Alumine	0,2		
	100,3		

» La matière analysée contient donc de la chaux, et le rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases est un peu supérieur à l'unité.

» Ces faits nous indiquent que le péridot obtenu n'est pas pur; car, depuis les travaux de M. Charles Sainte-Claire Deville, il est reconnu que la chaux n'existe pas dans ce minéral. D'ailleurs, en observant avec soin les cristaux, on voit à leur surface de petits cristaux de pyroxène, incolores et très-brillants, qui se sont évidemment déposés sur les lames péridotiques

déjà formées. De cette manière s'explique leur impureté, ainsi que la présence éventuelle de petites quantités de chaux dans quelques échantillons de péridot.

» 2° Lorsqu'on chauffe dans du chlorure de calcium fondu de la magnésie avec de la silice ou avec du kaolin, on trouve le plus souvent des cristaux de pyroxène mélangés au péridot, le chlorure de calcium fournissant toujours une certaine quantité de chaux par double décomposition avec les oxydes de magnésium et de fer.

» Dans toutes ces expériences, le culot de chlorure de calcium contient toujours disséminée au milieu des cristaux de silicates une poudre fine de carbonate de chaux cristallisé, comme on peut s'en assurer au moyen de la loupe. Ce calcaire est produit par la combinaison directe de la chaux fournie par le chlorure de calcium avec le gaz acide carbonique contenu dans l'atmosphère de l'intérieur du creuset, qui est complétement entouré de charbons incandescents. Ce fait est d'accord avec les expériences de M. Debray sur la dissociation du carbonate de chaux, et il prouve que le pyroxène et même le péridot peuvent se former en présence d'un excès de chaux qui se transforme en carbonate après avoir échappé à la combinaison avec la silice.

» Si l'on opère sur de la silice et de la magnésie mélangées, non plus dans les proportions où elles se trouvent dans le péridot, mais dans celles qui constituent l'enstatite, on obtient, à la fois, du péridot et du pyroxène. C'est le phénomène qui se produit lorsqu'on porte au rouge vif le mélange suivant :

Silice......................	6	grammes.
Magnésie....................	4	»
Chlorure de calcium..........	100	»

On obtient 10 grammes de très-beaux cristaux, dans lesquels on distingue des poids à peu près égaux de chacune de ces deux espèces minérales; si on élève la proportion de silice en portant son poids à 10 grammes, il se forme au fond du creuset un culot vitrifié, et l'on obtient un poids total de cristaux plus petit; mais la proportion des cristaux de pyroxène y est plus forte. Dans ces conditions, en présence de la chaux, il n'a pas été possible de reproduire l'enstatite.

» Lorsqu'on diminue la proportion de la silice par rapport à celle de la magnésie et qu'on emploie :

Silice......................	4	grammes.
Magnésie....................	6	»
Sesquioxyde de fer............	6	»

le péridot constitue presque, à lui seul, tout le produit de l'opération, le pyroxène ne s'y rencontrant qu'en très-faibles quantités. De plus, la formation presque exclusive du péridot est favorisée par une température élevée, suffisamment prolongée.

» 3° En chauffant avec du chlorure de calcium, chaux, alumine et silice ou chaux et kaolin, on n'obtient pas de wollastonite, et, le plus souvent, le produit de l'expérience ne présente que des traces de cristallisation. L'addition d'oxyde de fer n'amène pas de changement dans ce résultat; mais la présence de petites quantités de magnésie suffit pour qu'il se produise dans la masse un phénomène de cristallisation séparant du mélange des cristaux de pyroxène ou de péridot.

» Pour que ce phénomène se produise, il suffit que le chlorure de calcium qui sert de bain de fusion ne soit pas pur et contienne un peu de chlorure de magnésium. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* Sixième Note de **M. P. Bert**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les faits dont j'ai eu l'honneur d'entretenir jusqu'ici l'Académie (voir *Comptes rendus*, 1871, t. LXXIII, p. 213 et 503; 1872, t. LXXIV, p. 617, et t. LXXV, p. 29 et 88) étaient tous relatifs à l'influence des modifications lentes et progressives de la pression barométrique. Je suis loin d'avoir parcouru en entier ce vaste champ d'études, et cependant je demande aujourd'hui la permission d'abandonner un instant la marche logique des idées et des faits, pour appeler l'attention sur les conséquences dangereuses des modifications brusques, lorsqu'elles ont lieu dans le sens de la décompression.

» Cette partie de mon travail présente une importance pratique considérable. On sait, en effet, que les ouvriers qui travaillent sous pression aux mines, aux piles de pont; que les plongeurs munis de scaphandres sont exposés, *au moment de la décompression*, à des accidents souvent fort graves. Ce sont de vives douleurs locales, des paraplégies, des paralysies plus étendues encore, parfois même une mort qui peut être soudaine. On a cité une Compagnie anglaise qui, dans une seule année, sur vingt-quatre plongeurs, en a perdu dix, dont trois sont morts subitement, et les sept autres après plusieurs mois de paralysie.

» Ces phénomènes curieux et redoutables ont reçu, des ingénieurs et des

médecins qui les ont observés, les explications les plus variées, et parfois les plus étranges. Mais je n'en connais que deux qui méritent d'être examinées. La première est due à M. le professeur Rameaux, de Strasbourg (*voir* Bucquoy, *Thèse de Strasbourg*, 1861).

» Dans l'opinion du savant physicien, les accidents seraient dus à ce que les gaz normaux du sang (acide carbonique, oxygène, azote), se dissolvant en quantité plus considérable dans ce liquide sous l'influence des hautes pressions, repassent à l'état gazeux lorsque la pression n'est plus que d'une atmosphère, obstruant ainsi le calibre des vaisseaux sanguins, et faisant courir au patient les mêmes périls qu'une injection d'air dans les veines.

» M. Bouchard (*Pathogénie des hémorrhagies;* Paris, 1869) explique autrement ces faits : lorsque les gaz intestinaux, diminués de volume par l'effet de la pression, et dont le sang, qui tend alors à remplir l'abdomen, a pris la place, viennent à se dilater subitement par l'effet de la décompression, ils chassent brusquement dans la circulation générale ce sang, dont l'irruption soudaine peut produire dans divers organes, et notamment dans les centres nerveux, des apoplexies et des congestions.

» Voyons maintenant ce que dit l'expérience directe.

» Tout d'abord, l'augmentation subite de la pression ne paraît pas exercer d'action notable sur les animaux. Des moineaux qui passent instantanément de 1 à 10 atmosphères se tiennent un moment cois et immobiles, pour reprendre bientôt leurs allures habituelles.

» Mais pour la décompression, il en est tout autrement. Prenons un exemple :

Un chat très-vigoureux est placé dans un vaste récipient, où la pression est, en une demi-heure environ, portée à 8 atmosphères. A ce moment, on ouvre brusquement un gros robinet, et la pression s'équilibre en quelques minutes avec celle de l'air extérieur. L'appareil étant ouvert, l'animal bondit et s'échappe sain et sauf en apparence; mais, après dix minutes environ, il est pris d'une paraplégie complète avec paralysie de la vessie : l'urine contient du sang et des spermatozoïdes. Le lendemain, cet état persiste, la paralysie fait des progrès ascendants ; on tue l'animal, et l'on trouve la région dorso-lombaire de la moelle épinière ramollie comme de la crème, sans pouvoir y constater la moindre trace d'épanchement sanguin ou simplement de congestion.

» Je le dirai de suite : la seconde des hypothèses ci-dessus mentionnées doit être complétement écartée. J'ai bien vu quelquefois, chez des animaux tués par décompression brusque, après un long séjour dans l'air comprimé,

l'estomac et les intestins fortement distendus par des gaz, mais je n'ai jamais vu dans les centres nerveux ni dans d'autres viscères d'hémorrhagies pouvant expliquer les paralysies ou la mort.

» L'hypothèse de M. Rameaux a été confirmée, au contraire, par de nombreuses expériences. J'ai vu les gaz se dégager dans le sang, en bulles d'une ténuité extrême, ou se réunir en collections assez considérables pour que, du cœur droit d'un chien de moyenne taille, j'aie pu extraire jusqu'à 30 centimètres cubes de gaz et en faire alors une analyse exacte.

» Je l'ai trouvé composé d'azote dans des proportions variant de 70 à 90 pour 100 : le reste était constitué par de l'acide carbonique. En exposant à l'Académie, dans une prochaine Communication, les résultats que m'ont fournis les analyses des gaz du sang chez des animaux soumis à de hautes pressions, j'indiquerai comment, si la présence de l'azote et l'absence de l'oxygène s'expliquent aisément, il est beaucoup moins facile de comprendre l'existence à l'état libre de l'acide carbonique.

» Suivant la valeur de la pression à laquelle on a poussé l'animal, suivant la rapidité de la décompression, il arrive que les gaz se dégagent tout à coup en grande quantité, ou qu'il n'en repasse à l'état aériforme que des bulles plus ou moins nombreuses.

» Dans le premier cas, la circulation s'arrêtant, la mort survient à peu près instantanément, après quelques cris et quelques convulsions. On trouve alors le cœur et les vaisseaux, particulièrement le cœur droit et le système veineux, remplis d'une sorte de mousse ; les capillaires sont finement injectés de gaz ; le système porte est envahi comme les autres. Il m'est arrivé de voir périr de la sorte une chienne pleine ; l'autopsie me montra les placentas déchirés par le gaz, le sang des fœtus mousseux comme celui de leur mère, et des gaz devenus libres dans le liquide allantoïdien, mais non dans l'amnios.

» Dans le second cas, les phénomènes varient suivant le lieu de l'organisme où vont s'arrêter les bulles fines du gaz pour y intercepter la circulation. Ce ne sont parfois que des accidents passagers, des troubles locomoteurs qui disparaissent bientôt ; mais très-souvent j'ai observé des paraplégies semblables à celles du chat dont je viens de retracer l'histoire, ou des paralysies plus générales, ou des accidents cérébraux avec déviation des yeux et apparence de fureur, ou encore la mort subite, auquel cas les vaisseaux du bulbe étaient remplis de gaz.

» On comprend qu'entre ces deux cas bien tranchés il s'en place d'inter-

médiaires, dans lesquels les gaz se dégagent assez abondamment pour qu'on entende dans le cœur droit un bruit de gargouillement très-remarquable, la paralysie étant d'emblée presque générale, mais la mort ne survenant pas immédiatement.

» Je n'ai jamais vu des accidents de paralysie ayant duré plus d'une heure guérir consécutivement, bien que les animaux aient parfois survécu près de huit jours : toujours la paralysie suivait une marche ascendante jusqu'à la mort. On trouvait alors, comme je l'ai déjà dit, la moelle épinière ramollie sur divers points et particulièrement dans la région dorso-lombaire, qui est presque toujours la première envahie. La rapidité de ces ramollissements par arrêt circulatoire est une chose des plus remarquables, et je suis persuadé que la Physiologie pathologique pourra trouver dans ces expériences une source d'enseignements précieux.

» Lorsque la pression n'a pas dépassé 5 atmosphères, la décompression peut avoir lieu en deux ou trois minutes, sans accidents apparents; mais, à partir de 6 atmosphères, j'ai observé des troubles, qui deviennent constants et toujours fatals au-dessus de 7 atmosphères. Quand on arrive à 19 atmosphères, pression maxima obtenue dans mon appareil, la paralysie et la mort ne peuvent être évitées que par une décompression extrêmement lente : cinq minutes par atmosphère ne sont pas suffisantes pour mettre à l'abri de ces graves accidents. J'ai même vu des paralysies, légères et peu durables, il est vrai, survenir après une décompression dans laquelle on avait mis une heure et demie (dix minutes par atmosphère) pour descendre de 10 atmosphères à la pression normale.

» Ces faits ont été observés sur des chiens, des chats et des lapins, avec des résultats sensiblement identiques. On est donc en droit d'appliquer, dans une certaine mesure, les données qui précèdent à l'hygiène des plongeurs et des ouvriers des tubes. On peut dire, par exemple, que, jusqu'à 3 atmosphères environ, la décompression brusque ne présente pas de dangers sérieux, mais ces dangers vont en augmentant très-rapidement à partir de 5 atmosphères. Si les plongeurs qui ne dépassent pas 40 mètres peuvent être le plus souvent ramenés sans accident à la surface, la rapidité avec laquelle on les retire *à la brasse* les exposerait à une mort certaine, s'ils avaient pu atteindre des fonds de 70 à 80 mètres. Je sais bien qu'ils ne le peuvent actuellement, à cause de l'empoisonnement par l'oxygène, mais j'ai montré comment on peut éviter ce dernier danger : il faudra alors redoubler de précautions, pour ne pas tomber dans un pire. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches comparatives sur l'absorption des gaz par le sang. Dosage de l'hémoglobine.* Note de **M. N. Gréhant**, présentée par M. Claude Bernard.

« Un si grand nombre de travaux ont été publiés sur l'extraction des gaz du sang et sur l'absorption des gaz par le sang que je ne puis ici en faire même l'énumération. C'est en m'appuyant sur les travaux devenus classiques de M. Ludwig et de ses élèves, de M. Claude Bernard, de M. É. Fernet, que je me suis livré à de nouvelles recherches dont j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats. L'appareil que j'emploie pour l'extraction des gaz du sang est formé d'un ballon de 500 centimètres cubes environ, auquel on a soudé un col long de 1 mètre, se terminant par une extrémité olivaire que l'on réunit par un tube de caoutchouc à parois épaisses avec le tuyau d'aspiration d'une pompe à mercure d'Alvergniat. Le long col est entouré par un manchon de laiton, traversé par un courant d'eau froide, qui est très-utile pour briser la mousse du sang. On fait le vide absolu dans le ballon, d'abord rempli d'eau par le procédé que j'ai indiqué dans une Note récente sur le dosage de l'urée. Cet appareil, qui présente des fermetures hydrauliques, rendant impossible la rentrée de l'air, offre, en outre, une grande mobilité, ce qui est avantageux quand on l'emploie, comme je le fais, à deux fins, pour extraire les gaz du sang et pour absorber des gaz par le sang.

» La première question que je me suis posée est celle-ci : le sang artériel, pris dans l'artère carotide, contient-il autant d'oxygène qu'il en peut absorber ; ou bien le sang, en traversant les poumons, absorbe-t-il tout le volume d'oxygène que le même sang, agité longtemps dans un flacon plein d'oxygène, pourrait prendre ?

» Chez un chien, on découvre l'artère carotide et l'on aspire avec une seringue 60 centimètres cubes de sang en 14 secondes ; il faut ensuite 24 secondes pour porter le sang à la pompe à mercure et pour l'injecter, par le robinet de la pompe, dans l'appareil à extraction des gaz absolument vide d'air. On extrait les gaz, et les volumes gazeux sont soumis à l'analyse et ramenés secs à zéro et à la pression de 760 millimètres. On fait ensuite respirer à l'animal, pendant 3 minutes, à l'aide d'une muselière, 12 litres d'oxygène presque pur ; puis on retire de la carotide, avec la seringue et dans le même temps, 60 centimètres cubes de sang, qui est d'un rouge plus vif que celui de la première prise ; les gaz du

sang sont extraits. Enfin, on fait une troisième prise de sang, qui est agité dans un flacon plein d'oxygène pendant plusieurs minutes : le sang se défibrine en même temps qu'il absorbe de l'oxygène, il se remplit aussi de petites bulles de gaz. Le liquide est passé à travers un linge qui retient la fibrine, et s'écoule dans un flacon que l'on ferme et que l'on fait tourner rapidement avec une corde, pour rassembler les bulles de gaz qui forment la mousse. Ce sang suroxygéné est introduit dans l'appareil vide et l'on en extrait les gaz. Voici les résultats obtenus :

100 centimètres cubes	de sang normal de la carotide contenaient......	16,3	d'oxygène.
100 »	de sang de la carotide, après inhalation d'oxygène.	23,3	»
100 »	de sang suroxygéné........................	26,8	»

» D'autres expériences semblables ont donné des résultats analogues. Ainsi le sang de l'artère carotide ou le sang qui vient des poumons ne contient pas toute la quantité d'oxygène qu'il pourrait absorber, et le rapport $\frac{16}{26}$ dépend évidemment de la rapidité du cours du sang à travers les poumons, de l'activité des mouvements respiratoires qui renouvellent plus ou moins bien l'air contenu dans les poumons ; il doit dépendre aussi de l'état de santé ou de maladie de ces organes, et les différences individuelles doivent être très-grandes ; il faut donc bien se garder, dans les recherches sur l'extraction des gaz du sang, de faire la moyenne des résultats obtenus chez différents animaux, résultats qui ne sont pas du tout comparables. Le nombre qui représente le rapport du volume d'oxygène contenu dans 100 centimètres cubes de sang artériel, au volume maximum que ce sang peut absorber, nous donne une idée assez exacte de l'*effet utile* de la respiration pulmonaire.

» De cette recherche découlent plusieurs conséquences, parmi lesquelles j'insisterai seulement sur celle-ci : il doit être très-utile, chez l'homme atteint d'une affection thoracique aiguë ou chronique, de faire exécuter des inhalations d'oxygène pur ou additionné d'air ; mais, comme il pourrait y avoir un inconvénient à envoyer aux éléments anatomiques un sang trop riche en oxygène (les expériences si intéressantes qui sont dues à M. Bert conduisent naturellement à faire cette réserve), il faut agir prudemment et faire exécuter des inhalations intermittentes de gaz oxygène pur, de manière à ne pas trop élever le volume d'oxygène contenu dans le sang artériel. Dans l'empoisonnement partiel du sang par l'oxyde de carbone, gaz dont les propriétés toxiques sur l'hémoglobine ont été si bien mises en lumière par M. Cl. Bernard, l'inhalation de gaz oxygène est tout à fait

rationnelle; il faut donner aux globules qui sont restés intacts la possibilité de prendre la plus grande quantité possible d'oxygène; aussi l'emploi de l'oxygène dans le cas d'empoisonnement par la vapeur de charbon a produit, paraît-il, d'excellents résultats.

» *Mesure du plus grand volume d'oxygène absorbable par le sang.* — J'ai fait, chez un certain nombre d'animaux de la même espèce (chiens), cette mesure, qui a fourni des résultats bien différents : chaque fois, 100 centimètres cubes de sang ont été agités avec de l'oxygène pur, puis les gaz ont été extraits. Voici les résultats obtenus chez six animaux différents, quant à l'oxygène absorbé, le gaz étant supposé sec, à zéro et à la pression de 760 millimètres :

$$18^{cc},8;\quad 21^{cc},9;\quad 25^{cc},8;\quad 26^{cc},2;\quad 26^{cc},3;\quad 31^{cc},3.$$

» Ces différences si grandes, qui existent chez des animaux qui paraissaient en bonne santé, doivent exister aussi chez l'homme. De là l'utilité de faire chez l'homme une série de recherches comparatives ; le sang peut être pris dans les vaisseaux 24 ou 48 heures après la mort, et les globules rouges ont généralement conservé leur pouvoir absorbant pour l'oxygène.

» *Dosage de l'hémoglobine.* — Le plus grand volume d'oxygène ainsi mesuré permet de doser l'hémoglobine, car on peut affirmer que le poids d'hémoglobine, de cette substance si importante au point de vue physiologique, est à peu près proportionnel au plus grand volume d'oxygène qui est absorbé par le sang.

Ce dosage peut être contrôlé et effectué dans des conditions plus exactes encore à l'aide du gaz oxyde de carbone, par le procédé suivant. Après que les gaz contenus dans le sang ont été extraits complétement, je fais passer dans l'appareil absolument vide un volume connu, par exemple 100 centimètres cubes de gaz oxyde de carbone pur (complétement absorbable par le protochlorure de cuivre); pour cela, je fixe avec un caoutchouc, au-dessus du robinet de la pompe, un tube de verre épais et capillaire, long de 60 centimètres environ ; sur ce tube, peut glisser une petite cuve à mercure mobile, qui n'est fixée sur le tube que par un bout de caoutchouc. On remplit d'abord complétement de mercure ce tube et la cuve mobile, qui est portée à la partie supérieure ; on introduit dans le mercure la cloche graduée contenant l'oxyde de carbone, puis on abaisse la cuve mobile, et le tube pénètre dans la cloche et dans le gaz ; dès que le robinet de la pompe est tourné convenablement, l'oxyde de carbone se précipite dans l'appareil, avec une certaine quantité de mercure, ce qui est sans incon-

vénient. On abaisse et on élève le ballon, et, par une agitation du sang avec le gaz, agitation qui doit durer 5 minutes environ, on obtient une couleur rouge cerise ; l'extraction et l'analyse des gaz laissés libres dans l'appareil font connaître, par une simple différence, quel est le volume d'oxyde de carbone qui est retenu par le sang. Le sang absorbe un volume d'oxyde de carbone qui reste combiné avec l'hémoglobine, à la température de 40 degrés ; l'expérience m'a montré que cette absorption est aussi complète à la pression de 5 centimètres de mercure que sous la pression ordinaire. Si, après avoir opéré ainsi, on introduit de nouveau dans l'appareil 100 centimètres cubes d'oxyde de carbone pur, l'extraction des gaz les fait retrouver complétement : le sang saturé par la première opération n'a plus rien absorbé. En appliquant ce procédé, j'ai trouvé que le volume d'oxyde de carbone combiné avec l'hémoglobine, et qui me sert à la doser d'une manière tout à fait rigoureuse, est inférieur au volume total d'oxygène absorbé par le sang, car celui-ci renferme, en outre du volume d'oxygène combiné avec l'hémoglobine, la petite quantité d'oxygène contenue en solution dans le sérum et celle qui est combinée avec les sels que renferme ce liquide (M. É. Fernet), puis une quantité, très-petite en volume, de bulles microscopiques d'oxygène restées incluses dans le sang.

» Pour donner une idée des avantages que présente le procédé de recherche et de dosage de l'hémoglobine que je propose, je ferai connaître les premiers résultats de la comparaison que je fis entre le sang des veines sushépatiques et le sang du cœur droit ou de l'artère carotide.

» Chez un animal à jeun, 100 centimètres cubes de sang de la carotide ont absorbé $31^{cc},8$ d'oxygène, puis $27^{cc},2$ d'oxyde de carbone.

» 100 centimètres cubes de sang des veines sushépatiques ont absorbé 30 centimètres cubes d'oxygène, puis $26^{cc},1$ d'oxyde de carbone.

» Chez un chien en digestion, 100 centimètres cubes de sang du cœur droit ont absorbé $20^{cc},17$ d'oxygène, puis $17^{cc},53$ d'oxyde de carbone ; 100 centimètres cubes de sang des veines sushépatiques ont absorbé $17^{cc},17$ d'oxygène, puis $14^{cc},45$ d'oxyde de carbone.

» Je compte soumettre au contrôle de nouvelles expériences les résultats précédents, qui paraissent démontrer qu'il y a dans le foie une destruction d'hémoglobine.

» En terminant ici cette première Communication, je dois dire que ces recherches ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. Cl. Bernard, avec l'aide de M. le Dr Picard. »

CHIRURGIE. — *Réclamation de priorité à propos d'une Note de M.* Dieulafoy, *sur l'aspiration des liquides pathologiques.* Note de **M. J. Guérin**, présentée par M. Bouley.

« L'Académie a reçu, dans sa séance du 24 juin, par l'intermédiaire de M. Claude Bernard, communication d'un travail intitulé : *De l'aspiration des liquides pathologiques, méthode de diagnostic et de traitement.* Cette méthode, présentée comme nouvelle, n'est autre, dans ses instruments comme dans ses applications, que celle qui a été créée et vulgarisée par moi, il y a plus de trente ans, sous le titre de *Méthode sous-cutanée*, et qui est aujourd'hui trop répandue pour qu'il soit nécessaire de la rappeler.

» Exposée dans ses différents développements devant l'Académie et récompensée par elle à plusieurs reprises, la Méthode sous-cutanée est entrée sous son véritable nom dans la pratique universelle. Elle a été appliquée successivement à l'évacuation de toutes les collections pathologiques : *hydrocéphalie, hydrorachis, hydrothorax, péricardite, hydarthrose, kystes* de toute espèce de siége : *de l'ovaire, du foie;* à toutes les collections purulentes : abcès froids, abcès par congestion.

» Or les instruments et appareils dont se sert la méthode dite *aspiratrice*, le but qu'elle se propose, les effets qu'elle produit sont exactement et explicitement ceux qu'emploie et réalise la Méthode sous-cutanée. L'identité est telle, que l'auteur de la Communication, ayant intenté un procès à plusieurs fabricants d'instruments de chirurgie, pour une prétendue contrefaçon de ses appareils, a été obligé de se désister devant un rapport fait par M. le professeur Broca, au nom d'une Commission de l'Académie de Médecine et devant la déclaration de la plupart des chirurgiens des hôpitaux.

» Je joins à cette Lettre le programme imprimé de Conférences sur la *chirurgie sous-cutanée*, professées à l'hôpital des Enfants en 1844, programme dans lequel se trouvent explicitement rappelées toutes les applications indiquées comme nouvelles dans la Communication dont il s'agit. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Application du métamorphisme météoritique à l'étude de la croûte noire des météorites grises.* Note de **M. Stan. Meunier**.

« Les faits dont l'ensemble constitue le *métamorphisme météoritique* (1) paraissent susceptibles, entre autres applications, de jeter quelque lumière sur la formation et la constitution de l'écorce noire qui enveloppe les

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 771, et t. LXXII, p. 452 et 508.

météorites grises, et d'élucider ainsi divers points relatifs à la partie météorologique du phénomène de la chute des pierres.

» Tout d'abord, j'insiste sur ceci que, dans la présente Note, je n'ai absolument en vue que les pierres grises susceptibles de métamorphisme, c'est-à-dire celles qui se rapportent aux types désignés sous les noms d'aumalite, de chantonnite, de lacéite, de montréjite, etc. La plupart des échantillons que j'ai étudiés proviennent de la chute si abondante de Pultusk, en Pologne (30 janvier 1868), et sont constitués par la chantonnite. D'autres types de pierres présentent également une croûte noire, plus ou moins analogue à celle qui m'a occupé, mais j'en fais ici complétement abstraction.

» Mes expériences, dont il suffira de donner un très-rapide résumé, sont, les unes analytiques et les autres synthétiques.

» En premier lieu, j'ai isolé une petite quantité de la croûte noire de Pultusk, pour chercher à déterminer sa composition qualitative immédiate. Plusieurs essais, parfaitement concordants, quoique portant sur des points d'aspect un peu différents, y ont constaté l'existence de grenailles métalliques, de péridot, de pyroxène et d'une matière colorante noire attaquable. Sa densité est tout à fait comparable à celle de l'intérieur de la pierre (3,57). En un mot, cette croûte présente la composition et les caractères extérieurs de la tadjérite, c'est-à-dire de la roche métamorphique tombée en 1867 aux environs de Sétif, en Algérie. Cette même écorce noire, soumise à l'examen microscopique, loin d'être vitreuse, s'est montrée cristalline, au même degré que la chantonnite qu'elle recouvre et que la tadjérite qu'elle reproduit. Dans quelques points, on trouve des filaments vitrifiés, extrêmement déliés, qui tendent à former un réseau et souvent même une couche continue, certainement fondue, mais d'une minceur extraordinaire. Ces filaments et cette couche externe sont tout à fait incolores et amorphes; leur origine paraît en rapport, soit avec certaines grenailles métalliques comme celles de troïlite, soit avec des traces de minéraux feldspathiques.

» Comme conclusion de cette première série d'expériences, on peut dire que les noms de *croûte fondue* et de *vernis*, donnés si souvent à l'écorce noire des pierres grises, sont tellement exagérés, qu'ils sont tout à fait impropres. A la première vue et dans certains points, la croûte a un aspect bulleux et scoriacé, mais, en regardant de très-près, on reconnaît qu'elle est simplement rugueuse, exactement comme la cassure de la portion grise; on croit y voir souvent des bourrelets, résultant, dit-on, de l'accumulation de la matière fondue, sur certaines parties où elle aurait ruisselé; mais, ce

qui montre bien que ces prétendus bourrelets sont simplement des accidents de forme de la pierre, c'est que, si l'on casse celle-ci dans une direction perpendiculaire aux bourrelets, on voit que l'épaisseur de la croûte noire n'y est pas plus grande qu'ailleurs; enfin, quelquefois, on observe à la surface de la croûte un fendillement qui rappelle une scorification : il doit être dû, au moins dans beaucoup de cas, à l'*étonnement* que la surface chaude a subi lors de son brusque contact avec les corps terrestres.

» Les expériences synthétiques au moyen desquelles j'ai cherché à imiter artificiellement la croûte noire viennent confirmer cette conclusion, que la croûte n'est pas le résultat d'une fusion. Si l'on chauffe au chalumeau un éclat de météorite grise, on n'obtient, en général, rien de comparable à l'écorce qui nous occupe; la pierre, par suite de l'action oxydante de l'air, devient d'abord d'un brun plus ou moins ocracé, puis elle fond très-difficilement sur les bords très-minces, en un verre brunâtre. Cependant, en opérant dans la flamme réductrice et sur un très-petit éclat, on peut obtenir d'abord la coloration en noir, puis la fusion en un verre à peu près incolore, quoique piqueté de petits grains noirs. Cette expérience reproduit les phases que traverse la surface de la pierre, pour passer de son état normal à celui de vernis : d'abord sa coloration en noir, si facile à obtenir, comme je l'ai montré dans d'autres occasions, puis sa fusion, c'est-à-dire sa désorganisation complète. Seulement on voit que, en général, le phénomène d'incandescence ne dure pas assez longtemps pour que la fusion atteigne autre chose que l'épiderme de la pierre.

» Une observation intéressante à faire à cet égard est celle des points où, après une fracture accidentelle, mais avant l'arrivée sur le sol, l'écorce a commencé à se reconstituer. On voit qu'il s'y est fait une sorte de demi-métamorphisme, dont le résultat, comme dans les expériences de laboratoire, a été la production de marbrures noires, analogues à celles de la chantonnite, et cela sans trace de fusion.

» Enfin, une dernière preuve que la partie principale de la croûte n'a éprouvé aucune fusion, et résulte simplement du métamorphisme de la roche grise, est fournie par l'expérience suivante : on prend un petit fragment de météorite grise ayant de la croûte et on le soumet, suivant le procédé connu, au métamorphisme. Après refroidissement, on brise l'échantillon perpendiculairement à la croûte, et l'on constate que celle-ci a absolument disparu ; c'est-à-dire que, toute la masse étant devenue noire, le prétendu vernis ne s'en distingue plus en aucune façon. On a réalisé alors la reproduction ri-

goureuse de la roche de Sétif (tadjérite), où l'on a signalé l'*absence* de croûte, en croyant pouvoir l'attribuer à une fusibilité plus difficile que celle des pierres grises.

» Il reste maintenant à expliquer la minceur de la croûte noire des météorites, et la régularité avec laquelle elle s'est répartie à la surface de chaque fragment. Or ces faits tiennent, sans aucun doute, à la température extrêmement basse dont la matière météorique est douée au moment de son entrée dans l'atmosphère, et qu'il a été donné une fois d'observer, quoique très-grossièrement (1). C'est à ce même froid intense (pour le dire en passant) qu'il faut attribuer la cohésion des météorites charbonneuses qui, au moment de leur chute, peuvent pénétrer dans le sol et rebondir à sa surface sans se briser, tandis que, ramenées à nos conditions ordinaires, elles se désagrégent sous le moindre choc. Mais ce que je veux faire remarquer ici, c'est qu'on peut espérer rattacher à l'étude du métamorphisme météorique la mesure, au moins approximative, de la température des espaces interplanétaires, qui a été, comme on sait, l'objet de tant de suppositions contradictoires. En effet, l'épaisseur de la croûte métamorphosée, indépendante de la grosseur de chaque pierre qu'elle recouvre, pourra peut-être donner, à la suite de quelques expériences faciles à imaginer, une idée de la température interne des météorites soumises à l'action subite de la chaleur, et l'on pourra en déduire l'état thermométrique des régions d'où elles arrivent.

» En terminant, j'ajouterai que l'un des faits qui ont le plus contribué à faire voir dans la croûte des météorites le produit d'une fusion, c'est la forme même des météorites, et spécialement le contraste que présentent d'une manière si nette le côté d'avant et le côté d'arrière. Mais les faits connus maintenant ruinent complétement, il me semble, l'idée que la matière disparue sur les arêtes devenues mousses a été fondue. La température considérable de cette fusion aurait laissé sa trace dans la matière de la pierre, tandis que beaucoup de météorites très-arrondies sont restées parfaitement blanches, comme celles de New-Concord, par exemple (1er mai 1860). Suivant moi, l'arrondissement de la surface d'avant est dû à une véritable érosion produite par l'air, et tout à fait comparable à celle que l'eau réalise sur les roches terrestres.

» Les rides et les bourrelets sont le résultat d'une véritable sculpture, la croûte se reformant à l'intérieur au fur et à mesure qu'elle est usée au

(1) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 1018.

dehors, et que la chaleur, par conséquent, gagne plus avant. Considérées sous ce point de vue nouveau, certaines météorites, d'ailleurs très-nombreuses, offrent pour la forme une ressemblance générale frappante avec ces îles scandinaves dont la région septentrionale a subi le rabotage du phénomène erratique, tandis que la rive sud a été abritée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale blanche observée à la Baumette, près Angers, le* 8 *août* 1872. Note de **M. A. Cheux**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Depuis quelque temps, l'atmosphère était troublée par des orages continuels et assez forts. Le 7, un vent violent du sud-ouest souffla toute la journée, et plusieurs grains orageux se montrèrent le soir.

Surface du Soleil le 9 août 1872, à 6 heures du matin. (Grossissement 80 fois.)

» Le lendemain, le temps se raffermit un peu et le baromètre monta toute la journée; il y eut cependant quelques fortes averses, et le soir, vers 9 heures, de brillants éclairs se montrèrent à l'est. A 10 heures du soir, le ciel devint très-pur et très-net, et, au nord-nord-ouest, le ciel se trouva presque subitement éclairé par une lumière blanche qui s'élevait jusqu'à β de la Grande-Ourse. A $10^h\ 12^m$, un rayon blanc assez vif apparut pendant quelques secondes au nord-nord-ouest. A $10^h\ 15^m$, un rayon blanc assez vif, ne durant que quelques secondes, se montra au nord franc. Ensuite,

vers $10^h\ 27^m$, quelques autres rayons s'élancèrent de l'horizon pour disparaître aussitôt. Vers $10^h\ 32^m$, un magnifique rayon blanc de 22 degrés de hauteur, et ayant la forme d'un éventail, occupa le ciel au nord. A $11^h 10^m$, la lueur diminua graduellement, et, vers $11^h\ 35^m$, le ciel reprit sa couleur ordinaire (1).

» Depuis quelque temps, le Soleil présentait une effervescence assez grande, et ce matin, 9 août, l'ayant observé avec un télescope Foucault, je vis environ vingt-quatre taches, dont une très-noire et très-belle, représentées dans le croquis ci-joint. »

GÉOLOGIE. — **M. Ch. Sainte-Claire Deville** communique les extraits suivants de deux Lettres relatives à la dernière éruption du Vésuve et écrites par MM. *Guiscardi* et *H. de Saussure* :

Lettre de M. Guiscardi.

« Naples, le 27 juillet 1872.

» Le 14 de ce mois, il m'a fallu monter encore une fois le Vésuve, et, comme je pense qu'il vous sera agréable d'en avoir des nouvelles, j'ajouterai quelque lignes à ma première lettre.

» Et d'abord, je rectifierai la position de la muraille entre les deux gouffres; la direction en est nord-est-sud-ouest; sur sa crête, à très-petite profondeur, on voyait la roche incandescente et des sublimations cuivreuses s'y produisaient. Cela m'a rappelé les *ouvreaux* que vous m'aviez fait remarquer sur le bord de l'un des cratères de 1861, où se produisait l'oligiste.

» J'ai mentionné dans ma lettre une fissure sur le bord du gouffre sud, où des sublimations jaunes étaient abondantes. Cette fissure est située au sud-ouest, un peu plus vers le sud; mais c'est seulement une partie de ce qui s'y est passé de ce côté.

» Encore plus vers le sud, à partir de la hauteur qui représente le bord du grand cône, il y a sur celui-ci un ravin, dont j'évalue la longueur à 60 mètres. Les flancs en sont bien distincts, le fond en est très-irrégulier, et il s'en dégage, çà et là, de la vapeur d'eau en petite quantité : ce qui contraste avec l'acide sulfureux qui se dégage de la fissure à sublimations jaunes et près d'elle. J'ignore si l'on y a recherché l'acide carbonique. C'est de ce ravin qu'apparemment a coulé la lave qui, postérieurement à celle du 24 avril, menaçait Torre del Greco.

» Sur la paroi est du gouffre nord, il y a aussi des sublimations jaunes, comme celles de la fissure.

» Il est évident donc, ce me semble, que l'éruption qui a éclaté le 26 avril a eu lieu par

---

(1) L'auteur de l'observation ajoute : « C'est la quatrième aurore boréale que j'observe depuis quatre mois; les autres ont été vues le 9 mai, le 9 juin, le 10 juillet et enfin le 8 août. » Il me sera permis de faire remarquer l'échéance régulière de ces quatre apparitions, toutes placées autour des dates mensuelles ou *dodécuples* que j'ai si souvent signalées. (Note de M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

suite d'une fissure dirigée à peu près nord-sud, qui a traversé le cône tout entier, et que, par conséquent, les laves se sont déversées de part et d'autre du cône.

» Et je ne puis m'empêcher de soupçonner que le flanc est du ravin au nord, qui se présente comme *une coupe faite dans le cône* (*voyez* ma première Lettre), soit l'effet d'une faille dont on pourrait reconnaître des traces dans la fissure au bord du gouffre sud. »

Lettre de M. DE SAUSSURE

« Genève, le 17 août 1872.

» J'ai lu dans les *Comptes rendus* la longue Note que vous avez bien voulu y insérer relativement à ma Communication sur le Vésuve.

» Voici maintenant les renseignements complémentaires que j'ai obtenus indirectement de M. Palmieri.

» 1° La grande coulée de l'Atrio, descendue par le *Fosso di Faraone* sur San Sebastiano, s'est bifurquée comme la coulée de 1855, et a envoyé une branche vers San Giorgio; celle-ci a suivi les laves de 1855, comme la branche qui atteignit et dépassa San Sebastiano, mais elle a roulé plus de lave encore que la coulée de 1855.

» 2° La coulée qui a failli atteindre Resina est descendue de l'Atrio; elle a été formée par les laves qui ont passé au sud du *Monte Canteroni* et qui se sont écoulées sur le Piano.

» 3° La coulée qui a jailli à mi-côte sur le versant sud du Vésuve s'est dirigée vers les Camaldoli de Torre del Greco.

» Je ne voulais pas laisser ces lacunes subsister dans ma Communication. Ces quelques indications vous permettront de compléter approximativement le tracé des coulées sur votre carte; mais les Annales du Vésuve vous donneront, je pense, bientôt la description détaillée de l'éruption du mois d'avril, et vous renseigneront beaucoup mieux que je ne pourrais le faire sur cet événement géologique. »

MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE. — *Manifestation, dans le département de la Vienne, du bolide qui a apporté, le 23 juillet 1872, des météorites dans le canton de Saint-Amand (Loir-et-Cher).* Extrait d'une Lettre communiquée à M. Daubrée, par M. JOLLY.

« L'observateur était placé à Chincé, commune de Jaulnay, canton de Saint-Georges, département de la Vienne.

« Deux fortes détonations venant du côté de Chatellerault furent suivies d'un sifflement semblable à celui d'un projectile fendant l'air avec vitesse et qui se serait dirigé vers Louneuil. Là, le corps changeant de direction, avec la rapidité de l'éclair, fila vers Saulnay, en imitant le bruit d'une machine à battre qui aurait fonctionné avec précipitation dans les nues. Cela dura environ trois à quatre minutes; après quoi, le bruit sembla descendre perpendiculairement et avec une grande rapidité vers la terre, en faisant entendre, à s'y méprendre, le tintement de plusieurs cloches, et l'on entendit une lourde chute, comme celle que pourrait produire une forte pierre lancée d'une hauteur prodigieuse.

» Toutes les personnes qui ont entendu ce bruit, soit du village, soit de la route de Saulnay, sont parfaitement d'accord (et même d'une manière extraordinaire) sur le point

de la chute, qu'elles disent s'être produit au lieu dit *la Cure*, commune de Chincé. Cependant, malgré toutes les recherches, on n'a pu y découvrir aucun corps étranger au globe. »

» M. Daubrée, en présentant les observations qui précèdent, fait remarquer qu'elles correspondent à une région située à 40 kilomètres au sud-ouest de celle qui a été l'objet de la Note rédigée par M. de Tastes. On remarquera que, pour les observateurs de la commune de Chincé, le mouvement paraissait dirigé de l'est-nord-est vers l'ouest-sud-ouest, au lieu du mouvement d'ouest-sud-ouest vers est-nord-est, qui avait été constaté plus au nord, comme si deux corps, partis d'un même point situé entre Chancé et Tours, s'étaient mus en sens opposé. »

M. Tellier adresse une Note sur la sursaturation de l'eau ordinaire.

D'après l'auteur, l'eau ordinaire peut être amenée, sans se congeler, à 3 ou 4 degrés au-dessous de zéro, dans un vase de verre; on peut l'agiter vivement sans qu'elle se solidifie : cependant une secousse très-brusque détermine souvent la congélation. La moindre parcelle de givre ou de glace, tombant dans le liquide, provoque immédiatement la production d'aiguilles de glace qui se propagent dans la masse, et en même temps la température remonte à zéro. Ces phénomènes sont tout à fait analogues à ceux que présentent les solutions sursaturées.

M. J. Girard communique des épreuves photographiques de l'intérieur d'un aquarium.

« Il est nécessaire d'illuminer l'eau de l'aquarium au moyen d'une énergique réflexion des rayons solaires, soit par transmission, soit par projection directe.

» Pour faire pénétrer par transmission la lumière dans l'eau, on peut avoir recours à un miroir héliotrope, placé derrière la face postérieure de l'aquarium. La chambre noire munie de son objectif est assujettie devant la face antérieure; l'espace intermédiaire est clos par une allonge en carton, faisant un prolongement de l'aquarium dans l'obscurité. Il résulte de cette disposition que les corps opaques, tels que coquillages, algues, etc., sont naturellement éclairés par la diffusion de la lumière dans le liquide, qui leur donne les qualités photogéniques indispensables à la reproduction.

» Le second procédé opératoire consiste à diriger les rayons solaires, selon une incidence convenable, sur la face antérieure de l'aquarium; en

apposant sur le fond une glace étamée, la masse liquide et les sujets qui s'y trouvent sont vivement éclairés. La limpidité de l'eau est aussi une condition indispensable de succès. »

M. CHAPELAS adresse une Note sur les étoiles filantes des 8, 9, 10 et 11 août. L'impression de cette Note, qui doit être accompagnée d'une planche, est remise au prochain *Compte rendu*.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie, après avoir approuvé les derniers Rapports des Commissions chargées de juger les travaux présentés aux divers Concours pour les prix qu'elle propose, et après avoir entendu de nouveau la déclaration des Secrétaires perpétuels, dont le travail est prêt depuis longtemps, avait à fixer la date de sa séance publique. Le jour le plus rapproché aurait été le lundi 2 septembre.

Mais, à cette époque, la plupart des Membres des diverses Académies de l'Institut seraient éloignés de Paris, et les lauréats eux-mêmes se trouveraient presque tous retenus par les travaux qu'ils poursuivent pendant la belle saison.

Prenant ces convenances en considération, l'Académie a décidé que la séance publique où seront distribués à la fois les prix ou récompenses qui correspondent aux Concours des années 1870 et 1871 serait tenue le lundi 25 novembre prochain.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 5 août 1872, les ouvrages dont les titres suivent :

Chimie agricole; par M. J.-I. PIERRE; 5e édition, t. I. Paris, 1872; 1 vol. in-12.

Mémoire sur l'appareil de l'arche biaise, suivi d'une analyse des principaux

ouvrages publiés sur cette question, et d'une réponse à des critiques sur l'enseignement de la stéréotomie à l'École Polytechnique; par J.-A. DE LA GOURNERIE. Paris, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.*) [Présenté par M. le général Morin.]

La Chirurgie militaire et les Sociétés de secours en France et à l'étranger; par M. L. LE FORT. Paris, 1872; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Les origines de la civilisation. État primitif de l'homme et mœurs des sauvages modernes; par Sir John LUBBOCK, traduit de l'anglais sur la seconde édition par M. Ed. BARBIER. Paris, 1873; 1 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Nouveaux éléments de physiologie humaine; par M. W. WUNDT, traduits de l'allemand sur la deuxième édition et augmentés de notes par le Dr BOUCHARD. Paris, 1872; 1 vol. in-8°, avec figures.

Notice sur les travaux scientifiques de M. A. LAUSSEDAT. Paris, 1872; br. in-4°.

Académie royale de Belgique. Centième anniversaire de fondation, 1772-1872; t. I. Bruxelles, 1872; 1 vol. in-8°.

Tables de mortalité et leur développement d'après le plan d'une statistique internationale et comparée; par M. A. QUETELET. Bruxelles, 1872; in-4°.

Mémoires d'Agriculture, d'Économie rurale et domestique, publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; années 1870-1871. Paris, 1872; in-8°.

(*La suite du* Bulletin *au prochain numéro.*)

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1872.)

Page 271. — Le paragraphe commençant par ces mots : *Ces dégagements ont lieu,.....* doit précéder le tableau au-dessous duquel il est imprimé.

Page 271, ligne 9 en remontant, 1re colonne, *au lieu de* 24 octobre 1869, *lisez* 24 décembre 1869.

Même tableau, ligne 5 en remontant, 4e colonne, *au lieu de* 2,0, *lisez* 1,0.

(Séance du 5 août 1872.)

Page 373, ligne 7 en remontant, *au lieu de* la Préka, *lisez* la Réka.

Page 374, ligne 13, *au lieu de* Tulcano, *lisez* Vulcano.